

Mission DAR

Projet 6044 (2006)

## **Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion**

vers une définition commune de modes de production et d'itinéraires post-récolte visant la maîtrise de la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit.

# **COMPTE RENDU FINAL DU PROJET**

**Organisme chef de file :** CIRAD, Direction régionale de la Réunion

**Nom et organisme du chef de projet :** Frédéric Normand, CIRAD, UR HortSys

Mai 2010





# SOMMAIRE

<b>A – Note synthétique</b>	<b>4</b>
<b>B – Compte rendu technique détaillé</b>	<b>6</b>
<b>I – Les modalités d’organisation</b>	<b>6</b>
I-1. Conventions avec les partenaires recevant des financements du CAS DAR	6
I-2. Modalités de pilotage	7
I-3. Calendrier	13
I-4. Tableau de bord de suivi des moyens mis en œuvre	14
I-5. Les modalités d’évaluation	20
<b>II – Les partenariats</b>	<b>21</b>
II-1. Le rôle et l’apport de chaque partenaire	21
II-2. Le bilan du fonctionnement des partenaires	23
<b>III – Le déroulement du projet</b>	<b>24</b>
III-1. Action 1 : Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI	24
III-2. Action 2 : Valider des modes de conduite innovants du manguier	41
III-3. Action 3 : Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues	63
III-4. Action 4 : Former les acteurs de la filière	79
<b>IV – Les modalités de valorisation du projet</b>	<b>84</b>
IV-1. Les différents modes de diffusion, les diffusions, le public concerné	84
IV-2. L’exploitation et la valorisation des résultats, de l’expérience acquise	87
IV-3. Les transferts prévus	88
<b>V – Les perspectives</b>	<b>88</b>
V-1. Les points forts et les points faibles du projet	88
V-2. Les difficultés rencontrées	89
V-3. Les suites envisagées	90
<b>ANNEXES</b>	<b>91</b>

## A - Note synthétique

Les consommateurs sont de plus en plus attentifs à la qualité de leurs aliments et aux conséquences des modes de production sur leur santé et leur environnement. Sur les marchés des fruits à l'export, l'île de La Réunion souffre de handicaps forts par rapport aux origines concurrentes. Pour justifier de prix plus élevés, la filière fruit réunionnaise n'a d'autre choix que de se démarquer par la qualité. De même, le marché de la grande distribution, en pleine expansion à La Réunion, demande pour ses produits des garanties de qualité et de traçabilité. En outre, La Réunion est l'un des "hot spots" de la biodiversité mondiale, et doit veiller à préserver son environnement. De nouvelles démarches de production, axées sur la qualité des produits et le respect de l'environnement, commencent à se mettre en place, mais sans le recul ni les données techniques suffisants. En particulier, la culture de la mangue, 5<sup>ème</sup> production fruitière réunionnaise, est caractérisée par des contraintes agronomiques fortes, une qualité des fruits variable et une durée de vie après récolte courte.

Dans ce contexte, l'enjeu du projet 'Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion' est de permettre une reconnaissance par la qualité de la mangue réunionnaise à travers une qualification Production Fruitière Intégrée de la production. Son objectif principal est de construire avec la profession des modes de conduite innovants des vergers de manguiers compatibles avec les concepts de la Production Fruitière Intégrée, et à valoriser cette production sur les marchés. Il se décline en trois sous-objectifs : intégrer les acteurs de la filière dans les processus d'innovation, valider des innovations techniques en milieu réel (mode de conduite du verger, itinéraire post-récolte), et transférer les innovations. Le fil conducteur est une vision globale de la qualité du fruit, organoleptique et nutritionnelle, envisagée comme un continuum de la production au consommateur.

Ce projet s'adresse avant tout aux producteurs de mangues, mais pas uniquement. En effet, l'ensemble des acteurs de la filière doit être impliqué dans la démarche afin d'envisager dans sa globalité ce continuum. Les zones concernées sont l'Ouest et le Sud-Ouest de l'île, favorables à la production de mangues, et plus largement l'ensemble de l'île pour la commercialisation.

Les résultats du projet sont nombreux, relatifs à des échelles et disciplines diverses. Un comité technique mangue, lieu d'échange des acteurs de la filière, a été créé et s'est réuni annuellement. Il se poursuivra après le projet. Les résultats du projet y ont été présentés et discutés. Les pratiques des producteurs de mangues sont apparues très diverses, avec des impacts différents sur la qualité des fruits et l'environnement. Les stratégies des producteurs, qui les conduisent à ces pratiques, ont été mises en évidence et classées en trois grands modèles. Cette connaissance est importante pour la diffusion des messages techniques et des innovations car ceux-ci devront être différenciés et adaptés à chaque type de stratégie.

Une validation sur deux ans et deux variétés de modes de conduite innovants des manguiers a confirmé que des facteurs propres à l'arbre, notamment architecturaux, affectent sa capacité à fleurir et sa phénologie. Bien que les modes de conduite testés ne puissent pas tous être directement appliqués par les agriculteurs, ils ouvrent des pistes à des opérations techniques plus simples à mettre en œuvre pour mieux maîtriser la régularité de la production et la qualité des fruits, et limiter dans le temps l'étalement des stades sensibles aux bio-agresseurs. Les principaux bio-agresseurs du manguier ont été identifiés. Six espèces ont un impact économique sur la floraison, la récolte et la croissance végétative. Pour l'un d'entre eux, la cécidomyie des fleurs, peu connue, des pièges ont été mis au point afin de suivre les populations du ravageur. La meilleure connaissance de son cycle biologique ouvre des pistes à des méthodes de protection non-chimiques.

La qualité des mangues varie avec les zones de production, probablement en lien avec la variabilité climatique de la zone, mais aussi avec les pratiques des producteurs. La fluorescence de la chlorophylle apparaît comme un indicateur pertinent de la maturité du fruit, non destructif et de mesure facile et rapide, pour déterminer un stade de récolte pour les deux principales variétés réunionnaises. Cet indicateur peut aussi être utilisé pour trier les fruits en lots de maturité homogène et contrôlée en fonction des débouchés commerciaux visés (rapide ou long). Une canne de récolte équipée d'un capteur de fluorescence a été proposée. La température et l'enrobage des fruits avec des cires alimentaires ont permis, en lien avec le stade de récolte, d'affiner l'itinéraire technique post-récolte pour maintenir la qualité de la mangue et allonger sa durée de vie. L'état des lieux de la commercialisation de la mangue, les contraintes et les attentes de ses acteurs, ont été précisés par des enquêtes en métropole et à La Réunion. Cette connaissance a conduit à proposer de nouveaux modes de commercialisation en barquette biodégradable filmée contenant 3 à 6 fruits de maturité contrôlée. Des essais en grande surface se sont montrés très concluants, avec un vif intérêt des vendeurs et des consommateurs.

La diffusion des résultats est un objectif fort du projet. Les résultats, l'expérience et les réflexions acquis au cours du projet ont alimenté la rédaction du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion, largement diffusé auprès de tous les acteurs de la filière et qui est gratuitement disponible. Une unité d'enseignement en Production Fruitière Intégrée a été inscrite dans le cursus de formations agricoles continues diplômantes, parallèlement à des initiatives ponctuelles de formation à la Production Fruitière Intégrée. Enfin, des réflexions se poursuivent sur la certification des mangues issues de cette démarche de production, afin de les identifier plus facilement et de les valoriser sur les marchés.

## **B – Compte rendu technique détaillé**

Le projet 'Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion' a pour objectif principal de construire avec les producteurs réunionnais des itinéraires de production intégrée de mangues valorisables lors de la mise en marché. Il se décline en trois sous-objectifs :

- Intégrer les acteurs de la filière dans les processus d'innovation ;
- Valider des innovations techniques, à grande échelle et en milieu réel, qui permettront une meilleure maîtrise des qualités nutritionnelle, organoleptique et sanitaire des mangues ;
- Transférer et valoriser les innovations.

Il rassemble différents partenaires complémentaires à la Réunion :

- la **recherche agronomique** avec le CIRAD ;
- l'**expérimentation technique** avec l'ARMEFLHOR (Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole) ;
- le **développement agricole** avec la Chambre d'Agriculture de la Réunion ;
- la **formation agricole** avec le Centre de Production et d'Expérimentation Agricole (CPEA) de l'EPL de Saint-Paul, et les CFPPA de Saint-Benoit et Piton Saint-Leu ;
- les **producteurs de mangues**.

Le projet est structuré en 4 actions :

- **Action 1** : comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI ;
- **Action 2** : valider des modes de conduite innovants des vergers ;
- **Action 3** : améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues ;
- **Action 4** : former les acteurs de la filière.

## **I – Les modalités d'organisation**

### **I-1. Conventions avec les partenaires recevant des financements du CAS DAR**

La convention entre le CIRAD et le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche a été signée le 22 mai 2007. Les contrats associés entre le CIRAD et les partenaires du projet ont été rédigés et signés avant et après cette date :

- le 18 avril 2007 entre le CIRAD et le CPEA
- le 14 juin 2007 entre le CIRAD et les CFPPA de Saint-Benoit et de Piton Saint-Leu
- le 14 juin 2007 entre le CIRAD et l'ARMEFLHOR
- le 20 juillet 2007 entre le CIRAD et la Chambre d'Agriculture

En juillet 2009, à la demande du chef de projet, le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche a notifié un avenant au projet afin de proroger au 31 décembre 2010 la date de fin de la convention, initialement prévue le 31 décembre 2009, afin de permettre la liquidation du projet dans des conditions satisfaisantes. Cette demande a été justifiée par une poursuite des actions du projet après le 30 septembre 2009, et des dépenses tardives, notamment l'impression du 'Guide de production intégrée de la mangue à la Réunion', et l'atelier de fin de projet dont l'objectif était de restituer les résultats aux utilisateurs potentiels.

## I-2. Modalités de pilotage

Différentes instances, internes et externes, ont été mises en place pour le pilotage du projet : un comité de pilotage, un comité technique mangue, et des réunions internes des partenaires.

### I-2.1. Le comité de pilotage

Le comité de pilotage a pour rôle le suivi de la mise en œuvre du projet et de sa réalisation conformément aux objectifs fixés. Les réunions du comité de pilotage sont animées par le chef de projet.

La composition du comité de pilotage a été définie lors du montage du projet, puis complétée après la première réunion du comité de pilotage. Il cherche à rassembler, en nombre raisonnable pour permettre les discussions, les principaux acteurs de la filière mangue, impliqués ou non dans le projet, afin (1) de sensibiliser et d'impliquer ces acteurs dans notre démarche, et (2) d'avoir un avis sur nos actions de la part de l'ensemble de la filière. Sa composition type est la suivante :

Le chef de projet  
Les responsables de chaque action du projet et les participants au projet (agriculteurs)  
Le Directeur de l'EPLEFPA de Saint-Paul  
Mr le Président du groupe de producteurs de mangues adhérents à l'ARMEFLHOR  
Mr le Président de l'association Le Verger de Grand-Fond  
Mr le Président du Syndicat Qualité Fruits Réunion  
Mr le Directeur du marché de gros de Saint-Pierre  
Un responsable Fruits & Légumes d'une centrale d'approvisionnement de la grande distribution  
Un représentant de la Direction de l'Agriculture et de la Forêt  
Un représentant du Conseil Général  
Un représentant du Conseil Régional

Cette liste a été complétée par le Directeur du Service de la Protection des Végétaux et un représentant d'une association de consommateurs à la suite des discussions du premier comité de pilotage (voir ci-dessous).

Ces membres n'ont malheureusement pas toujours pu assister à toutes les réunions.

Le comité de pilotage s'est réuni trois fois au cours du projet : le 23 février 2007 en tout début de projet, le 26 mars 2008 et le 8 avril 2009. Les principaux points abordés lors de ces réunions sont résumés ci-dessous ; les comptes rendus détaillés figurent en annexe du présent rapport.

#### ***Réunion de comité de pilotage du 23 février 2007***

L'objectif de cette réunion avant la mise en place effective du projet sur le terrain était de présenter le projet, les partenaires, et les actions prévues sur le terrain. De plus, deux questions ont été mises au débat de cette première réunion :

- la composition du comité technique mangue
- le problème de l'utilisation des produits phytosanitaires sur manguier

Les débats qui ont suivi les exposés ont tourné autour de 4 points :

- le démarquage et la valorisation des fruits produits selon une démarche PFI

- les autres filières de commercialisation de la mangue (bazardiers, transformation, restauration collective, ...)
- les chiffres de la mangue à la Réunion
- le coût de la mangue PFI

Concernant la composition du comité technique mangue, il est décidé d'inviter les mêmes personnes et organismes que pour le comité de pilotage, mais de façon plus exhaustive (plus d'agriculteurs, de représentants de la commercialisation, ...), et d'élargir aux transformateurs, aux bazardiers, à une association de consommateurs et à une association de protection de la nature. Par ailleurs, compte tenu du rôle décisif du consommateur dans la filière, il est décidé de proposer à une association de consommateurs de participer aux comités de pilotage du projet.

Concernant le problème de l'utilisation des produits phytosanitaires sur manguier, le Service de la Protection des Végétaux a confirmé qu'il n'existe qu'un usage homologué en verger de manguiers. Pourtant, les traitements sont nécessaires à certains moments comme par exemple la floraison. On est donc dans une phase intermédiaire durant laquelle une démarche est en cours pour obtenir une extension d'homologation en usages mineurs pour certains produits. Mais pour cela il faut des résultats pour monter un dossier. Le Service de la Protection des Végétaux est donc intéressé par le projet et par ses résultats afin de mieux connaître les maladies et ravageurs d'importance du manguier et de recenser les usages de produits sur manguier.

### ***Réunion de comité de pilotage du 26 mars 2008***

L'objectif de cette réunion était la présentation de l'avancement du projet au cours de l'année 2007 (mise en œuvre et premiers résultats) et des perspectives pour 2008.

Après un rappel des objectifs du projet, une présentation rapide de chaque action et de son état d'avancement en 2007 est faite. Un résultat marquant est développé pour chaque action :

**Action 1 :** *Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI*

Résultat marquant développé : Premiers résultats de l'enquête sur les pratiques des producteurs de mangues à la Réunion.

Une proposition d'affiche pour communiquer sur la Production Fruitière Intégrée et mieux en valoriser les produits est soumise par la Chambre d'Agriculture au comité de pilotage.

**Action 2 :** *Valider des modes de conduite innovants du manguier*

Résultat marquant développé : Etat phytosanitaire des parcelles en 2007 : résultats du suivi des maladies et ravageurs sur les parcelles de manguier.

**Action 3 :** *Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues*

Résultats marquants développés :

- variabilité de la qualité de la mangue sur le bassin de production
- enquête auprès des acteurs de la filière mangue en métropole

**Action 4 :** *Former les acteurs de la filière*

Pas de résultat présenté pour cette action qui se déroulera principalement au cours de la seconde moitié du projet.

Les discussions qui ont eu lieu après chaque présentation et à la fin de la séance peuvent être regroupées en quatre points :



- Le cahier de suivi parcellaire et la traçabilité
- La valorisation des mangues issues de la Production Fruitière Intégrée (PFI)
- Les innovations techniques en cours de validation (défourchage, synchronisation de la floraison)
- La protection phytosanitaire

### ***Réunion de comité de pilotage du 8 avril 2009***

L'ordre du jour est la présentation de l'avancement du projet au cours de l'année 2008 et des résultats marquants, et le point sur les travaux restant à mener en 2009.

Après un rappel des objectifs du projet et du rôle du comité de pilotage, une présentation de chaque action et de son état d'avancement en 2008 et des perspectives 2009 est réalisée. Un résultat marquant est développé pour chaque action :

**Action 1 :** *Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI*

Résultat marquant développé : Le comité technique mangue du 5 novembre 2008 dont le thème principal était la protection phytosanitaire des vergers de manguiers.

De plus, un exposé a été réalisé sur les objectifs et la méthode de travail de l'étude sur la compréhension et la caractérisation des pratiques sur les exploitations productrices de mangues. Ce travail fera l'objet de deux stages d'ingénieur en 2009, dont l'un prévu sur le projet.

**Action 2 :** *Valider des modes de conduite innovants du manguiers*

Résultat marquant développé : Les modes de conduite innovants du manguiers en cours de validation dans le projet (défourchage et suppression d'inflorescences) pour limiter l'alternance de production et l'étalement dans le temps des stades phénologiques.

**Action 3 :** *Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues*

Résultats marquants développés :

- validation d'un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non murs
- détermination de l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots
- adaptation du conditionnement des fruits à la mise en marché

**Action 4 :** *Former les acteurs de la filière*

Résultat marquant développé : Les possibilités de formation à la Production Fruitière Intégrée à la Réunion

Les discussions qui ont eu lieu après chaque présentation et à la fin de la séance peuvent être regroupées en trois points :

- Les modes de conduite innovants en cours de validation
- L'utilisation de la fluorescence de la chlorophylle des fruits comme indicateurs de maturité
- Commercialisation, valorisation des fruits, prix, développement de la filière

### **I-2.2. Le comité technique mangue**

La création d'un comité technique mangue correspond à la tâche 1 de l'action 1 du projet. Cette instance, qui regroupe producteurs, acteurs de la commercialisation, organismes de recherche et de développement et partenaires institutionnels, se veut être un lieu de

restitution, d'information et de débat sur la mise en place de la démarche PFI. L'objectif de ce comité technique est de faire émerger les problèmes de la filière et les attentes de ses acteurs. Il doit assurer la cohérence entre les axes de recherches, d'expérimentation et de développement, et les attentes et problèmes rencontrés par les acteurs de la filière. Il doit permettre d'établir un meilleur partenariat entre ces acteurs pour aboutir à un consensus sur la valorisation commerciale des fruits. Il doit être pérenne au projet, ce dernier permettant sa création.

Le comité technique a été créé dès le début du projet par la Chambre d'Agriculture qui en assure le secrétariat. Sa composition a été définie lors du premier comité de pilotage du projet (voir ci-dessus). Plus large que le comité de pilotage, le comité technique cherche à regrouper le maximum d'acteurs de la filière afin de faire connaître la démarche du projet, mais aussi et surtout de favoriser des débats entre eux.

Trois réunions du comité technique mangue se sont tenues au cours du projet, à environ 6 mois d'intervalle des comités de pilotage afin de maintenir des contacts réguliers entre les partenaires du projet et les professionnels : le 5 octobre 2007, le 5 novembre 2008, et enfin le 26 novembre 2009. Ce dernier comité technique a pris la forme d'un atelier de restitution des résultats du projet ouvert à un très large public.

Les comptes rendus des réunions du comité technique mangue figurent en annexe du présent rapport. Les principaux points abordés lors de ces réunions sont présentés ci-dessous :

#### ***Réunion du comité technique mangue du 5 octobre 2007 (28 présents)***

Les thèmes retenus pour cette réunion étaient la présentation du projet et un débat sur les pratiques en matière de protection phytosanitaire des vergers de manguiers, point important du concept de Production Fruitière Intégrée (PFI).

La réunion a débuté par un rappel des objectifs du comité technique ainsi qu'un résumé des 4 actions du projet. Cette introduction a été suivie de 4 présentations :

- la Chambre d'agriculture a fait un point sur la tenue des cahiers de suivi parcellaire (action 1 du projet) et sur la réglementation en cours pour l'utilisation des produits phytosanitaires sur culture de manguiers.
- le CIRAD a présenté un résumé des résultats obtenus dans une étude préliminaire à la démarche de gestion agroécologique des vergers de manguiers à La Réunion (travaux d'enquête de Marc Bellon, stagiaire en écologie de l'UFR de Bordeaux).
- Marie Lemarié, stagiaire d'Agro ParisTech en charge de l'enquête sur les pratiques des producteurs, a présenté la première phase d'étude des pratiques culturales sur mangue.

Le débat qui a suivi ces présentations s'est rapidement orienté sur la valorisation commerciale des mangues issues de la PFI et sur les attentes des producteurs en matière de travaux de recherche. Il a ainsi été souligné l'importance d'élaborer une charte PFI ainsi qu'un cahier des charges PFI avec l'ensemble de la profession. En outre, l'importance d'identifier clairement la mangue comme étant cultivée dans le respect de l'environnement et récoltée à maturité optimale a été soulignée. Cette idée a été appuyée par la grande distribution qui a aussi insisté sur l'importance de travailler sur des lots homogènes afin de répondre aux attentes des acheteurs.

En matière de recherche, les producteurs attendent des études qui permettraient d'expliquer l'irrégularité des périodes de floraisons. Ils ont souligné l'importance de travailler à l'amélioration de la productivité des vergers.

### ***Réunion du comité technique mangue du 5 novembre 2008 (34 présents)***

Les thèmes retenus pour cette seconde réunion étaient :

- la présentation des résultats de suivi des populations et des dégâts de cécidomyie des fleurs et de mouches des fruits ;
- la présentation des pratiques des producteurs de mangues à La Réunion ;
- les possibilités de valorisation des mangues issues de la PFI (cahier des charges, qualification à l'Agriculture Raisonnée, résultats de l'enquête locale sur la mise en marché de la mangue, présentation de conditionnements innovants).

La présentation des résultats intermédiaires de Paul Amouroux, VCAT travaillant au CIRAD dans le cadre de l'action 2, a suscité un long débat sur les conditions de pupaison des larves de cécidomyie des fleurs, ainsi que sur les perspectives en matière de lutte alternative contre la cécidomyie et la mouche des fruits, qui constituent à La Réunion les principaux ravageurs de la mangue.

En matière de produits phytosanitaires il a été rappelé que seule une molécule était actuellement homologuée sur manguier, la lambda-cyhalothrine, pour deux usages : la lutte contre le thrips et la punaise à la floraison. Ce point constitue actuellement une des préoccupations principales des acteurs de la filière, notamment les producteurs qui ne peuvent avoir accès à aucune préconisation officielle.

La présentation des résultats du travail typologique sur les pratiques des producteurs de mangues a permis de proposer à l'assistance une vision "actualisée" des grandes tendances de la filière. Elle a été l'occasion de rappeler que si la majorité des exploitations productrices de mangue affichent des systèmes de production diversifiés, près de 20 % d'entre elles sont des exploitations affichant la mangue comme unique revenu agricole, avec des surfaces de verger modestes. Ce résultat vient appuyer l'intérêt de travailler à l'adoption de systèmes de culture conduisant à la fois à la réduction des intrants, et donc des coûts de production, et à une meilleure valorisation commerciale de la production.

Sur ce dernier point, la Chambre d'agriculture a fait état des réflexions actuelles en présentant les contraintes afférentes à la mise en œuvre d'une communication autour d'une démarche PFI. En effet une telle démarche, pour être crédible, doit être assortie d'une certification via un organisme indépendant. Le coût d'une telle démarche serait élevé compte tenu de la faible marge de manœuvre dont disposent les producteurs concernés sur leurs prix de vente. C'est donc en vue d'accéder à une certification "Agriculture Raisonnée" (AR) que certaines organisations de producteurs se disent intéressées par la démarche PFI. En outre, communiquer sur un mode de conduite PFI serait moins onéreux pour des exploitations déjà certifiées en AR. En effet, le nombre de points de contrôle à rajouter à ceux déjà nécessaires pour une certification AR serait limité, permettant d'accéder à une certification supplémentaire (PFI) à moindre coût.

### ***Réunion du comité technique mangue du 26 novembre 2009 (59 présents)***

Ce comité technique a pris la forme d'un atelier de restitution des résultats du projet. A cette occasion, le comité technique a rassemblé de nombreuses organisations de producteurs et des producteurs indépendants, et a été élargi à d'autres acteurs de la filière : des fournisseurs d'intrants agricoles, la FDGDON, OCTROI (organisme certificateur), l'Université de la Réunion, les transporteurs aériens de frêt, l'Association pour le Développement Industriel de la Réunion, le Pôle de compétitivité QualiTropic, des transformateurs, des représentants des grandes surfaces.

Après un rapide rappel des objectifs du projet, des exposés ont présenté les principaux résultats et les réflexions en cours :

- la production fruitière intégrée
- les exploitations productrices de mangues
- la conduite du verger (maladies et ravageurs, floraison, rendement)
- la qualité de la mangue et la mise en marché
- la diffusion des résultats
- synthèse sur les résultats et le projet

Chaque exposé a été suivi d'une discussion spécifique, et la matinée s'est terminée par une discussion générale autour des résultats du projet et de la filière mangue. Les producteurs ont exprimé leur intérêt pour les travaux sur les ravageurs du manguier qui est une contrainte forte pour eux, en particulier ceux qui affectent la floraison. Ils attendent avec impatience des techniques non chimiques pour mieux contrôler la cécidomyie des fleurs. Ils ont aussi fait part du problème de l'alternance de production d'une façon générale, et de la diminution des rendements de la variété Cogshall.

La discussion a également abordé la commercialisation, et notamment la sous-exploitation des filières de transformation et de la restauration collective. Les résultats sur le meilleur contrôle de la maturité des fruits peuvent aider les producteurs à atteindre ces marchés. Les tests de commercialisation en barquettes filmées de maturité contrôlée ont satisfait les responsables des GMS concernées. La valorisation effective des mangues issues de la production fruitière intégrée sur le marché passe par une certification qui reste cependant à discuter avec les acteurs concernés et à mettre en œuvre.

### I-2.3. Les réunions entre partenaires, internes au projet

Les instances de pilotage précédentes apportaient des points de vue extérieurs sur le projet, son contenu et son déroulement, notamment de la part d'utilisateurs potentiels des résultats. En parallèle, le chef de projet a provoqué des réunions avec les partenaires du projet pour le pilotage rapproché, à court et moyen terme, de ce dernier. Les objectifs de ces réunions étaient divers : points sur l'avancement des différentes actions, problèmes rencontrés, préparation des comités techniques et de pilotage, .... Ces réunions n'étaient pas régulières, mais provoquées en fonction des besoins du projet. Douze réunions ont ainsi été organisées, la première dès la décision positive du Ministère concernant le projet :

- le 26 octobre 2006 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - mise en œuvre opérationnelle du projet pour 2007
  - budget prévisionnel 2007
- le 14 mai 2007 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - signature de la convention avec le ministère
  - contrats associés CIRAD -partenaires
  - actions en cours et leur état d'avancement
  - préparation des actions prévues au second semestre
  - intégration des propositions du comité de pilotage dans nos actions
  - comité technique mangue: date et liste d'invités à définir
  - questions diverses
- le 7 septembre 2007 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - préparation du comité technique mangue: ordre du jour, liste des personnes/organismes à inviter, répartition des tâches

- point sur l'état d'avancement des actions qui ont déjà démarré, et sur celles qui démarreront prochainement
- le 17 décembre 2007 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - avancement des actions, notamment autour de la récolte / conservation des mangues
  - préparation des restitutions techniques et financières 2007
  - préparation du prochain comité de pilotage début 2008
- le 20 février 2008 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - préparation du deuxième comité de pilotage du projet : date, lieu, contenu, déroulement
- le 18 juin 2008 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - point sur les actions en cours et leurs avancées
  - préparation de la nouvelle campagne de production qui s'annonce
  - échéances
- le 7 octobre 2008 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - préparation du comité technique du 5 novembre 2008
  - points divers
- le 27 janvier 2009 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - point sur les travaux en cours sur les récoltes
  - les actions prévues en 2009 et leur planification
  - comptes-rendus techniques et financiers 2008
  - comités de pilotage et technique pour 2009
- le 5 avril 2009 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - rédaction du guide de production intégrée de mangues à la Réunion
- le 28 mai 2009 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - avancement de la rédaction du guide de production intégrée de mangues à la Réunion
  - choix de la maquettiste et de l'imprimeur
- le 25 août 2009 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - avancement de la rédaction du guide de production intégrée de mangues à la Réunion
- le 22 septembre 2009 au CIRAD à Saint-Pierre. Ordre du jour :
  - préparation du comité technique mangue de novembre 2009, atelier de restitution des résultats du projet.

### I-3. Calendrier

Le calendrier des instances de pilotage du projet est résumé dans le tableau 1. N'y figure pas la réunion interne d'octobre 2006, après annonce des résultats de l'appel à projet par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Le calendrier met en évidence la régularité des comités de pilotage et des comités techniques, et leur alternance au cours de l'année afin d'avoir des contacts réguliers et peu éloignés dans le temps entre le projet et les utilisateurs potentiels de ses résultats. Il met également en évidence les nombreuses réunions en interne du projet, indispensables à son bon pilotage, au partage des informations entre partenaires, et à la préparation des événements importants.

Année	Instance de pilotage	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007	Comité de pilotage		X										
	Comité technique										X		
	Réunions internes					X				X			X

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2008	Comité de pilotage			X									
	Comité technique											X	
	Réunions internes		X				X				X		

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2009	Comité de pilotage				X								
	Comité technique											X	
	Réunions internes	X			X	X			X	X			

**Tableau 1.** Calendrier des différentes instances de pilotage du projet 6044.  
La partie en gris indique la durée effective du projet.

#### I-4. Tableau de bord de suivi des moyens mis en œuvre

Les moyens mis en œuvre pour le projet sont à la fois humains, techniques et financiers. Ils sont décrits pour chaque année du projet, puis globalement sur l'ensemble du projet, sous forme d'indicateurs présentés dans les tableaux ci-dessous.

Les tableaux financiers 2007 et 2008 ont été légèrement modifiés par rapport à ceux figurant dans les rapports intermédiaires de ces années afin de tenir compte de corrections mineures.

#### I-4.1. Les moyens humains affectés au projet

##### **2007**

Partenaire	Personnel	Temps prévu 2007 (mois)	Temps réalisé 2007 (mois)	Commentaires
ARMEFLHOR	Ingénieur	1.25	1.25	
	Technicien	3	3	
Chambre d'Agriculture	Ingénieur	2.5	1	Temps en partie reporté pour la rédaction du guide de production
	Technicien	5	1.9	
CIRAD	Chercheur *	10.25	10.6	
	Technicien	11.5	11	
	Stagiaire	12	10	stage en cours avec 2 mois sur 2008
	VCAT	17	10	une embauche repoussée sur 2008
EPL / CPEA	Technicien	2.5	2.4	
EPL / CFPPA	Formateur	0.25	0.11	

\* : y compris le pilotage du projet par le chef de projet

##### **2008**

Partenaire	Personnel	Temps prévu 2008 (mois)	Temps réalisé 2008 (mois)	Commentaires
ARMEFLHOR	Ingénieur	1.25	1.25	
	Technicien	3	3	
Chambre d'Agriculture	Ingénieur	2.5	2	
	Technicien	5	6	
CIRAD	Chercheur *	11.25	11.3	
	Technicien	17.5	18	
	Stagiaire	12	8	Stage de l'action 1 reporté en 2009
	VCAT	29	29	
EPL / CPEA	Technicien	2.5	2.3	
EPL / CFPPA	Formateur	0.25	0.15	

\* : y compris le pilotage du projet par le chef de projet

**2009**

Partenaire	Personnel	Temps prévu 2009 (mois)	Temps réalisé 2009 (mois)	Commentaires
ARMEFLHOR	Ingénieur	0	0	
	Technicien	0	0	
Chambre d'Agriculture	Ingénieur	3	2.55	
	Technicien	2	4.26	
CIRAD	Chercheur *	6.5	11.6	
	Technicien	9	13	
	Stagiaire	0	6	Stage reporté de 2008
	VCAT	14	18	
EPL / CPEA	Technicien	1	1.7	
EPL / CFPPA	Formateur	0.85	0	Pas de formation dispensée

\* : y compris le pilotage du projet par le chef de projet

**GLOBAL PROJET**

Partenaire	Personnel	Temps prévu (mois)	Temps réalisé (mois)	Commentaires
ARMEFLHOR	Ingénieur	2.5	2.5	
	Technicien	6	6	
Chambre d'Agriculture	Ingénieur	8	5.55	
	Technicien	12	12.16	
CIRAD	Chercheur *	28	33.5	
	Technicien	38	42	
	Stagiaire	24	24	
	VCAT	60	57	Abandon d'un contrat à 3 mois du terme pour cause d'embauche
EPL / CPEA	Technicien	6	6.4	
EPL / CFPPA	Formateur	1.35	0.26	

\* : y compris le pilotage du projet par le chef de projet



#### I-4.2. Les moyens techniques affectés au projet

##### **2007**

Partenaire	Item	Prévu 2007	Réalisé 2007	Commentaires
ARMEFLHOR	Achat chambres froides	2	2	
CIRAD	Achat lyophilisateur	1	1	
	Achat postes informatiques	4	4	
	Affectation véhicules au projet (nb véhicules)	2	2	
	Missions d'appui	1	1	

##### **2008**

Partenaire	Item	Prévu 2008	Réalisé 2008	Commentaires
CIRAD	Affectation véhicules au projet (nb véhicules)	2.25	2.25	
	Missions d'appui	2	0	Reportées en 2009

##### **2009**

Partenaire	Item	Prévu 2009	Réalisé 2009	Commentaires
CIRAD	Affectation véhicules au projet (nb véhicules)	1	2	
	Missions d'appui	0	4	Report des missions prévues en 2008

#### **GLOBAL PROJET**

Partenaire	Item	Prévu	Réalisé	Commentaires
ARMEFLHOR	Achat chambres froides	2	2	
CIRAD	Achat lyophilisateur	1	1	
	Achat postes informatiques	4	4	
	Affectation véhicules au projet (nb véhicules)	5.25	6.25	
	Missions d'appui	3	5	Budget mission permettant d'en supporter 5 missions d'appui au projet

#### I-4.3. Les moyens financiers affectés au projet

##### **Personnel 2007**

Partenaire	Budget prévu 2007 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2007 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	16 675 (7 200)	16 514 (7 117)	
Chambre d'Agriculture	28 125 (9 375)	17 163 (6 356)	
CIRAD	152 950 (122 250)	168 829 (126 464)	
EPL / CPEA	5 000 (1 700)	4 362 (1 530)	
EPL / CFPPA	1 000	445	CFPPAs de St Benoit et Piton St Leu

##### **Fonctionnement 2007**

Partenaire	Budget prévu 2007 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2007 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	20 650	4 938	Amortissement des chambres froides sur 2008 et 2009
Chambre d'Agriculture	5 000	2604	Amortissement du lyophilisateur sur 2008 et 2009
CIRAD	47 000	28 772	
EPL / CPEA	1 400 (800)	1 400 (736)	
EPL / CFPPA	300	75	CFPPAs de St Benoit et Piton St Leu

##### **Personnel 2008**

Partenaire	Budget prévu 2008 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2008 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	16 675 (7 200)	21 143 (11 092)	
Chambre d'Agriculture	28 125 (9 375)	29 989 (8 235)	
CIRAD	199 950 (151 250)	237 869 (169 072)	Implication plus forte du personnel Cirad dans le projet
EPL / CPEA	5 000 (1 700)	4 558 (1 783)	
EPL / CFPPA	1 000	576	CFPPA St Paul

### Fonctionnement 2008

Partenaire	Budget prévu 2008 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2008 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	3 700	13 012	Amortissements chambres froides
Chambre d'Agriculture	5 000	2 418	
CIRAD	48 200	26 144	Report de missions d'appui et de stages en année 3 du projet
EPL / CPEA	2 000 (1 200)	1 400 (548)	
EPL / CFPPA	300	0	CFPPA St Paul

### Personnel 2009

Partenaire	Budget prévu 2009 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2009 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	0	0	
Chambre d'Agriculture	18 750 (11 250)	27 579 (11 410)	
CIRAD	89 900 (67 900)	205 505 (178 406)	
EPL / CPEA	2 000 (600)	3 444 (1 180)	
EPL / CFPPA	180	0	Pas de public pour les modules de formation

### Fonctionnement 2009

Partenaire	Budget prévu 2009 (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé 2009 (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	0	7291	Amortissement chambres froides
Chambre d'Agriculture	27 718	12 557	Edition du Guide moins cher que prévu
CIRAD	4 300	41 405	
EPL / CPEA	100	1 162 (642)	
EPL / CFPPA	6 820 (2 800)	0	Pas de public pour les modules de formation

### Personnel GLOBAL PROJET

Partenaire	Budget prévu (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	33 350 (14 400)	37 657 (18 209)	
Chambre d'Agriculture	75 000 (30 000)	74 731 (26 001)	
CIRAD	442 800 (341 400)	612 203 (473 942)	
EPL / CPEA	12 000 (4 000)	12 364 (4 493)	
EPL / CFPPA	2 180	1 021	

## Fonctionnement GLOBAL PROJET

Partenaire	Budget prévu (€) (dont autofinancement)	Budget réalisé (€) (dont autofinancement)	Commentaires
ARMEFLHOR	24 350	25 241	
Chambre d'Agriculture	37 718	17 579	
CIRAD	99 500	96 321	
EPL / CPEA	3 500 (2 000)	3 962 (1 926)	
EPL / CFPPA	7 420 (2 800)	75	Formations non dispensée

### I-5. Les modalités d'évaluation

Il était prévu d'une part une évaluation globale du projet par le comité de pilotage sur la réalisation des actions proposées et l'atteinte des objectifs fixés à l'origine, et d'autre part le suivi d'indicateurs d'engagements, de résultat et budgétaires.

Pour le premier niveau d'évaluation, le comité de pilotage a proposé lors de ses différentes réunions des évolutions dont il a été tenu compte dans le pilotage du projet. Mais les discussions ont le plus souvent porté sur les résultats obtenus plutôt que sur la réalisation des actions et la pertinence des moyens mis en œuvre pour le faire.

L'évaluation finale du projet aurait dû être réalisée lors d'une dernière réunion du comité de pilotage convoqué à cet effet. Cependant, chef de projet et partenaires ont estimé que le dernier comité technique mangue du projet, en novembre 2009, qui a pris la forme d'un atelier de restitution des résultats, pouvait jouer ce rôle. D'une part car les membres du comité de pilotage y ont participé, et d'autre part car les principaux résultats et une synthèse objective du projet ont été livrés aux commentaires d'une audience plus large que celle du comité de pilotage. Les discussions ont plus porté sur les résultats en eux-mêmes et les perspectives pratiques que sur une inadéquation des actions et résultats par rapport aux objectifs fixés à l'origine. Ils n'ont certes pas tous été atteints, il reste du travail pour valoriser toutes les données et informations acquises lors de ce projet (voir parties III et V), et on aurait certainement pu mieux réaliser certaines actions. Cependant, on peut considérer que le projet a largement rempli sa mission.

Le second niveau d'évaluation, basé sur des indicateurs présentés précédemment dans la partie I-4. et sur le calendrier des instances de pilotage du projet (partie I-3.), confirme l'engagement effectif par l'ensemble des partenaires des moyens humains, techniques et financiers prévus à l'origine, et un suivi régulier du pilotage du projet. Certes l'ensemble du budget n'a pas été consommé, mais on peut constater que les embauches prévues (stagiaires ingénieurs, VCAT), les missions d'appui, et les achats lourds ont été réalisés selon les prévisions. De plus, l'investissement en temps des chercheurs et techniciens du CIRAD a été plus important que prévu à cause de la quantité importante de travail à réaliser, ce qui a contribué à augmenter la contrepartie du CIRAD sur le projet.

## **II - Les partenariats :**

### **II-1. Le rôle et l'apport de chaque partenaire**

Avant d'aborder à proprement parler le rôle et l'apport de chaque partenaire dans le projet, il convient de rappeler les compétences complémentaires de chaque partenaire : recherche, expérimentation, développement et formation agricoles.

L'équipe du **CIRAD Réunion** qui a été mobilisée sur le projet fait partie du programme PIMAN (Production Intégrée de Mangues, ANanas et autres fruits tropicaux). Ce programme, qui regroupe 5 chercheurs aux disciplines complémentaires, travaille sur l'adaptation du concept de production fruitière intégrée aux cultures tropicales, et en particulier la mangue et l'ananas. L'objectif est de fournir aux agriculteurs et aux acteurs de la filière des éléments clés sur le choix de modes de conduite des vergers et des conditions de mise en marché afin de produire, de façon économiquement viable, des fruits de grande qualité tout en limitant au maximum l'utilisation d'intrants agro-chimiques. Les travaux de recherche suivent trois axes :

- le fonctionnement de la plante et les relations plante-bio-agresseurs
- l'élaboration de la qualité au champ et son maintien après la récolte
- les stratégies des agriculteurs et l'adoption de l'innovation

L'**ARMEFLHOR** (Association Réunionnaise pour la Modernisation de l'Economie Fruitière, Légumière et Horticole) est un centre d'expérimentation créé en 1992. Son rôle est d'identifier les besoins techniques des producteurs et de mettre en œuvre les outils pour y répondre. Pour cela, des groupes 'produit', qui rassemblent des agriculteurs autour d'une même production, ont été créés dans les différentes filières fruitières, légumières et horticoles. Chaque année un programme d'expérimentation est défini par les membres du groupe produit. Les expérimentations sont menées chez les producteurs adhérents, ce qui permet d'intégrer la diversité des exploitations et des conditions pédo-climatiques.

Un groupe produit Mangues a été créé en 2003 au sein de l'ARMEFLHOR. Il regroupe une quinzaine de producteurs de la zone Ouest, principale zone de production de l'île. Les études pour ce groupe, conduites par l'équipe technique Productions Fruitières participant au projet, ont porté sur le contrôle de la floraison (précocité et synchronisation) et la conservation post-récolte des fruits.

L'unité Productions Fruitières de la **Chambre d'Agriculture de la Réunion** se compose de cinq techniciens spécialisés en arboriculture fruitière tropicale et d'un coordonnateur du programme fruitier. L'unité a pour principale mission de conseiller et de former les producteurs de fruits aux différentes techniques de conduite des plantations en tenant compte de la réglementation, des exigences agri-environnementales et des critères de qualité de la production. Elle participe activement aux programmes de développement des cultures fruitières par une évaluation régulière des besoins de la profession. L'acquisition de références technico-économiques est très importante et fait l'objet de publication de fiches, dossiers et ouvrages techniques régulièrement mis à jour.

L'**EPLEFPA** (Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole) de Saint-Paul est spécialisé dans la formation agricole, initiale et continue, auprès d'un public varié. Il rassemble plusieurs structures (Lycée agricole, CFAA, ...). Deux d'entre elles sont intervenues dans le projet : le CPEA (Centre de Formation et d'Expérimentation Agricole) de Saint-Paul, attenant au Lycée agricole, et le CFPPA (Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles) de Saint-Paul, issu de la fusion des CFPPA de Saint-Benoit et de Piton Saint-Leu en 2008.

Le CPEA possède des vergers de manguier de la variété Cogshall et un jeune conservatoire génétique des variétés cultivées à La Réunion. Le centre possède la certification de qualification au titre de l'agriculture raisonnée Ces vergers sont menés avec le souci d'être

les plus proches possible de ceux d'une exploitation classique tout en constituant un milieu protégé permettant d'en assurer un suivi précis : enregistrement des données, analyses régulières (sols et feuilles), disponibilités des données météo et techniques, mise au point et participation aux luttes collectives, veille phytosanitaire.... Il constitue de plus un site de démonstration en grandeur réelle, pour les étudiants du lycée agricole et pour les agriculteurs. Il est intégré dans le monde professionnel, et en particulier la filière mangue.

Le CFPPA de Saint-Paul est spécialisé dans la formation des adultes dans les secteurs agricoles, horticoles et de l'aménagement de l'espace et bénéficie d'outils de formation performants et en constante évolution (salles équipées, centre de ressources, atelier pédagogique horticole). Il dispense des formations diplômantes et non diplômantes pour devenir agriculteur, salarié ou chef d'entreprise dans le secteur horticole, pour se spécialiser ou se perfectionner dans certains domaines.

Il est enfin important de mentionner le rôle des **agriculteurs**, principaux destinataires des résultats du projet, et qui ont contribué de façon très significative au bon déroulement du projet à différents niveaux. D'une part grâce à l'accueil qu'ils ont réservé aux différents travaux menés sur le terrain : expérimentations et validation de modes de conduite innovants (2 années de suivi) et expérimentations sur la croissance et la qualité des fruits, enquêtes sur leurs pratiques et le fonctionnement de leur exploitation, enquêtes souvent lourdes sur l'identification de leurs stratégies. D'autre part pour leur implication fructueuse dans les instances de pilotage du projet, comité de pilotage et comité technique.

Les rôles de chaque partenaire dans le déroulement du projet ont été conformes à ce qui avait été définis au début du projet :

Pour l'équipe PIMAN du CIRAD-Réunion :

- la coordination technique et financière du projet ;
- la rédaction des protocoles expérimentaux ;
- l'analyse statistique des données recueillies ;
- le suivi scientifique et technique des essais (validation des modes de conduite, critère de récolte, conservation des fruits) et l'acquisition de données sur le terrain et au laboratoire ;
- les enquêtes et analyses de données sur les exploitations, les pratiques et stratégies des producteurs de mangues.

Pour la Chambre d'Agriculture :

- la création et le secrétariat du comité technique mangue ;
- la mise en place et le suivi de la traçabilité chez un groupe d'agriculteurs ;
- la rédaction, l'édition et la diffusion du Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.

Pour l'ARMEFLHOR :

- le suivi de parcelles expérimentales (validation de modes de conduite) et l'acquisition de données ;
- l'enquête sur la qualité attendue des fruits et leur conditionnement auprès des distributeurs réunionnais et des acteurs métropolitains de la filière ;
- la mise en œuvre de tests de conditionnement et de commercialisation en fonction des résultats de l'enquête précédente.

Pour l'EPLEFPA de Saint-Paul :

- le suivi technique, l'entretien et l'acquisition de données sur des parcelles expérimentales accueillies sur le CPEA de Saint-Paul (validation modes de conduite et critère de récolte)
- la formation des techniciens spécialisés et des agriculteurs aux concepts et à la mise en œuvre de la production fruitière intégrée à travers des modules de formation

dispensés par le CFPPA de Saint-Paul, sur ses sites de Saint-Benoît et de Piton Saint-Leu.

Chaque partenaire a ainsi apporté des compétences et des connaissances complémentaires qui ont permis de mener à bien le projet et d'avoir une meilleure vision d'ensemble de la filière mangue et des pistes pour l'améliorer.

L'équipe PIMAN du CIRAD a apporté sa connaissance du manguier (élaboration du rendement et de la qualité, relations plantes-ravageurs), ses méthodologies d'analyse (ex : étude des pratiques des agriculteurs, analyses statistiques), son potentiel analytique en laboratoire, sa rigueur de travail demandée par la recherche, son réseau de services d'appui (documentation centrale à Montpellier) et de contacts scientifiques et techniques (autres unités de recherche du CIRAD, INRA, CEMAGREF, Universités, ...). Enfin, le CIRAD a apporté ses compétences en matière de gestion des conventions et de suivi budgétaire et de projet, que ce soit à La Réunion ou à Montpellier.

L'équipe technique Productions Fruitières de l'ARMEFLHOR a apporté sa connaissance du monde agricole réunionnais et ses compétences techniques liées à l'expérimentation (observations au champ, gestion informatisée des données, essais de conditionnement en grandeur réelle, enquêtes). L'ARMEFLHOR a fait bénéficier le projet de sa nouvelle structure sur la station de Bassin-Martin, en particulier des chambres froides.

L'unité Productions Fruitières de la Chambre d'Agriculture de la Réunion a apporté sa grande connaissance du terrain, des agriculteurs et de leurs attentes. Cela a permis d'identifier les agriculteurs avec lesquels travailler (suivi traçabilité avec les cahiers parcellaires, essais agronomiques, enquêtes sur les pratiques des producteurs de mangues). La Chambre d'Agriculture a assuré son rôle d'animateur du monde agricole en créant et animant un comité technique mangue, et de diffusion des résultats en apportant ses compétences pour la rédaction et la diffusion du Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.

Enfin, l'EPLEFPA de Saint-Paul a apporté d'une part un support expérimental à travers une parcelle du CPEA, lui-même vitrine pour les étudiants et le monde agricole, et d'autre part ses compétences en formation agricole et sa connaissance du fonctionnement de la formation agricole à travers le travail du CFPPA de Saint-Paul (création de modules de formation aux concepts de la production fruitière intégrée).

## II-2. Le bilan du fonctionnement des partenariats

Il y a eu d'une façon générale une forte synergie liée aux partenariats. Les interventions de chaque partenaire n'ont pas été individuelles, mais ont été réalisées de façon concertée et le plus souvent en collaboration étroite avec d'autres partenaires comme cela ressort des résultats des différentes actions (voir partie III). Cette complémentarité effective des compétences se retrouve à travers plusieurs tâches du projet. On peut citer en exemple :

- l'étude des pratiques des producteurs de mangues (collaboration CIRAD et Chambre d'Agriculture) ;
- les réflexions sur la valorisation des mangues issues de production fruitière intégrée (Chambre d'Agriculture, CIRAD, OCTROI organisme certificateur) ;
- les suivis des essais chez les agriculteurs, sur la base de protocoles communs, par l'ARMEFLHOR et le CIRAD, ce qui a permis d'augmenter le nombre de parcelles suivies ;

- la conduite de la parcelle expérimentale du CPEA et la collecte de données (CPEA et CIRAD) ;
- les enquêtes auprès des acteurs de la filière mangue, en métropole et à la Réunion : collaboration entre le CIRAD et l'ARMEFLHOR sur la mise au point des questionnaires et le traitement des données ;
- les essais de conditionnement et de conservation des mangues en grandeur réelle (collaboration ARMEFLHOR et CIRAD) ;
- la coordination de la rédaction et la rédaction du Guide de production intégrée de mangues à la Réunion (Chambre d'Agriculture, CIRAD, ARMEFLHOR) ;
- la création de modules de formation aux concepts de la production fruitière intégrée (CFPPA et CIRAD)

Ces partenariats efficaces qui ont largement contribué au bon déroulement du projet sont cependant écornés par un conflit d'intérêt qui est apparu au cours du projet et qui a conduit à la non-réalisation de l'action de formation prévues initialement dans le projet. Les modules de formation aux concepts de la production fruitière intégrée, construits par le CFPPA de Saint-Paul, devaient être dispensés à des agriculteurs (4 sessions de 2 jours) et à des techniciens spécialisés (1 session de 2 jours). Le recrutement des agriculteurs pour ces formations devait être assuré en grande partie par la Chambre d'Agriculture, parallèlement aux voies classiques de recrutement du CFPPA (annonces presse, catalogue de formation). Cependant, entre le montage du projet en 2006 et sa réalisation entre 2007 et 2009, l'activité de formation agricole de la Chambre d'Agriculture s'est développée. En particulier, des formations à la production fruitière intégrée ont été mises en œuvre pour les adhérents de groupements de producteurs suivis par la Chambre d'Agriculture. De ce fait, cette dernière n'a pas recruté d'agriculteurs pour suivre les modules du CFPPA prévus dans le projet puisqu'elle-même assurait ce genre de formation pour son propre compte. Les modules du CFPPA n'ont donc pas pu être dispensés faute de participants.

Si ce disfonctionnement a entraîné la non-réalisation d'une tâche du projet, l'impact sur l'agriculture réunionnaise n'est pas négatif, au contraire : l'offre de formation en production fruitière intégrée s'est élargie et est principalement portée par la Chambre d'Agriculture. De son côté, le CFPPA a dédié une unité capitalisable à la production fruitière intégrée dans son cursus de formation diplômante.

### **III – Le déroulement du projet**

#### **III-1. Action 1 : Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI**

Responsable : Thierry Michels, CIRAD

Partenaires : CIRAD, Chambre d'agriculture, agriculteurs

##### **III-1.1 Rappel des objectifs attendus**

Le principal objectif de cette action est d'impliquer les acteurs de la filière tout au long du processus de mise en place de la démarche de production intégrée de mangues à La Réunion. Il s'agit d'une part d'informer et d'échanger avec l'ensemble des acteurs de la filière (techniques et financiers) afin de tenir compte de l'ensemble des problèmes existants et posés par la mise en œuvre d'une telle démarche. Il s'agit d'autre part de mieux connaître les pratiques des premiers acteurs concernés par cette démarche, les producteurs, afin de prévoir les conditions de transfert des innovations issues du projet et la co-construction d'itinéraires techniques innovants. Cette action est scindée en trois tâches. La première



concerne la création d'un comité technique mangue. La seconde concerne une étude de la diversité des pratiques de production de mangues à La Réunion. La troisième concerne la mise en place d'une traçabilité de la production de mangues au sein d'un échantillon de producteurs.

### III-1.2 Méthodes de travail utilisées

**Tâche 1 :** Le comité technique permet de regrouper les principaux acteurs de la filière mangue. C'est à la fois un lieu de restitution des résultats et de débat sur les problématiques de la filière à tous les niveaux (de la production à la mise en marché). Le projet « Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion » a donné naissance à ce comité. Il a été pérennisé tout au long de la démarche et doit l'être après le projet. Ce comité vise à assurer la cohérence entre les axes de recherche, d'expérimentation et de développement, et les attentes et problèmes rencontrés par les acteurs de la filière. Il doit permettre d'établir un meilleur partenariat entre les acteurs de la filière pour aboutir à un consensus sur la valorisation commerciale des fruits. Le comité sera chargé de valider la future charte sur la production intégrée du manguiier.

**Tâche 2 :** L'analyse et la compréhension de la diversité des pratiques des producteurs de mangues est menée en deux phases. La première est basée sur un travail d'enquête en exploitation et consiste en une double approche de la production : les modes de conduite du verger et son lien avec le fonctionnement global de l'exploitation. La seconde phase consiste à étudier plus précisément le fonctionnement global d'un panel restreint d'exploitations représentatif de la diversité observée. L'objectif de cette phase est d'identifier les raisons des choix techniques des producteurs afin d'éclairer la redéfinition future de systèmes de culture adaptés aux contextes de production plus en phase avec le concept de PFI.

**Tâche 3 :** L'appui à une démarche de traçabilité au sein de la filière mangue consiste en la mise en place de cahiers de suivi parcellaire chez un groupe de 15 producteurs. Y sont notées toutes les données techniques concernant les vergers de manguiier. Ce travail est supervisé par la Chambre d'Agriculture pendant 2 années du projet : fourniture des cahiers parcellaires et mode d'emploi, suivi régulier des cahiers et contrôle des informations qui y sont consignées.

### III-1.3 Organisation mise en place par le chef de file et chaque réalisateur : travail réalisé, moyens humains, matériels et financiers mobilisés

**Tâche 1 :** Le montage et l'organisation du comité technique a sollicité l'ensemble des partenaires du projet. Une réunion préparatoire a permis de déterminer les thèmes à aborder, les différentes interventions visant à lancer les débats ainsi que la liste des personnes à inviter. La Chambre d'Agriculture, en tant que secrétaire de ce comité, s'est chargée de l'organisation des réunions ainsi que de la rédaction des comptes rendus.

La dernière réunion du comité technique, qui s'est tenue en novembre 2010, a pris la forme d'un atelier de restitution où l'ensemble des résultats du projet ont été présentés.

**Tâche 2 :** La première phase de cette tâche a consisté en la mise en œuvre d'une démarche originale d'élaboration de typologie, mise au point au sein du projet PIMAN à La Réunion. Le travail d'enquête et d'analyse participative des données a été mis en œuvre dans le cadre d'un stage de césure de l'AgroParisTech, mené sur une période de six mois, de septembre 2007 à février 2008. L'encadrement de ce travail a été réalisé conjointement par le chef de file (Thierry Michels) et une biométricienne en vatariat au sein de l'équipe CIRAD de Bassin Plat (Claire Bissery).

La seconde phase de cette tâche a consisté en un travail d'enquête approfondi visant à comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles à travers l'identification des stratégies mises en œuvre. La mise en œuvre de cette phase s'est faite dans le cadre d'un stage de fin d'étude avec un élève ingénieur d'Agrocampus Ouest à Rennes. L'encadrement de ce travail a été réalisé conjointement par Thierry Michels et Frédéric Zahm, agroéconomiste du CEMAGREF de Bordeaux qui est venu en mission d'appui à cette étude en 2009.

**Tâche 3** : Pendant la durée du projet, la mise en œuvre expérimentale d'une traçabilité a occasionné le suivi de 15 producteurs. Des visites régulières ont donc été réalisées chez les producteurs par les techniciens de la Chambre d'agriculture afin de dispenser les conseils techniques et contrôler la bonne tenue des cahiers parcellaires. Trois techniciens de la Chambre d'agriculture ont été impliqués dans cette tâche, ainsi qu'un ingénieur qui supervisait ce travail.

### III-1.4 Etapes et calendrier

Mois du projet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2007										2008												2009											
Tâche 1																																		
Com. tech. mangue								X														X												X*
Tâche 2																																		
Phase 1 : typologies								X	X	X	X	X	X						X	X					X									
Phase 2 : Fonctionnement/stratégies																									X	X	X	X	X	X	X		X	
Tâche 3																																		
Traçabilité/suivi des exploitations					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						

\* : atelier de restitution des résultats du projet

### III-1.5 Résultats obtenus

#### Tâche 1

De 2007 à 2009, trois comités techniques se sont tenus afin de regrouper les principaux acteurs de la filière mangue, leur présenter l'état d'avancement des travaux et échanger sur les conditions de mise en œuvre d'une démarche de production fruitière intégrée (PFI). Au cours de ces comités, diverses questions ont été soulevées et ont permis de mieux caractériser les attentes au niveau de chaque acteur impliqué dans la filière.

Nous récapitulons ici les principaux points de discussion abordés avec les différents acteurs de la filière au cours des trois comités techniques.

### *Les producteurs*

Les producteurs sont en attente de travaux de recherche qui permettraient d'expliquer les irrégularités des périodes de floraison et d'améliorer la productivité des manguiers jugée globalement insuffisante et trop aléatoire pour la variété Cogshall.

La pression parasitaire induite par la cécidomyie des fleurs, le thrips et la punaise représente un problème majeur pour les producteurs. Des solutions alternatives aux traitements chimiques sont attendues et un programme de recherche appliquée et d'expérimentation sur plusieurs années sont une priorité pour apporter des solutions concrètes, techniquement et économiquement viables.

Concernant les usages orphelins des produits phytosanitaires, les producteurs insistent sur la difficulté à rester dans la légalité lorsqu'ils sont obligés d'effectuer une intervention chimique. L'extension d'homologation de molécules efficaces et peu toxiques pour l'environnement est aussi une priorité afin de pouvoir appliquer la PFI en toute légalité.

Les producteurs restent circonspects sur l'usage de barquettes filmées pour la commercialisation des mangues en raison du surcoût et de l'impact environnemental de ces déchets. L'utilisation de matières biodégradables est à privilégier.

Enfin, certains producteurs dont les pratiques sont encore imprégnées des méthodes conventionnelles, mettent la valorisation d'une démarche PFI comme préalable à leur engagement. En effet, l'investissement personnel que leur demande une telle démarche se compte à la fois en acquisition de compétences, et en temps passé sur le verger à observer les arbres et estimer les risques avant d'engager tout traitement. Il se compte aussi en aménagements techniques au moment de la récolte et des opérations post-récolte afin de maintenir au mieux la qualité des fruits. Pour qu'un tel engagement soit concédé par le producteur, les marchés existant doivent permettre de mieux valoriser la production issue de ce type de démarche.

### *Les organisations de producteurs (OP)*

Les OP sont très intéressées par les techniques de culture permettant une valorisation commerciale de la production. La PFI représente à cet égard un point positif dans la mesure où elle constitue un moyen d'accéder à des reconnaissances officielles identifiables par les distributeurs et les consommateurs : c'est le cas de l'Agriculture Raisonnée dont le nombre d'exploitations qualifiées ne cesse d'augmenter chaque année. Une des solutions discutées à l'occasion des comités techniques serait de profiter des démarches de certification en cours afin d'accéder à une reconnaissance de la démarche PFI, moyennant l'ajout de quelques points de contrôle supplémentaires, spécifiques de ce concept. La PFI constitue également un outil intéressant pour se familiariser avec les techniques de production biologique qui peut être vu comme l'aboutissement de la démarche. La mise en place d'une charte PFI pour la mangue reste à établir. Elle a fait l'objet d'une présentation lors d'une formation en 2008.

### *Les acheteurs (centrales d'achat)*

Les acheteurs soulignent l'importance de bien connaître les attentes des consommateurs avant d'engager une démarche de communication sur la PFI. Il est prioritaire de proposer sur les marchés des lots de mangues de qualité homogène, ce qui fait encore défaut à ce jour. Une communication sur les intérêts nutritionnels de la mangue mériterait d'être réalisée car c'est un sujet sensible qui intéresse les consommateurs.

### *Les distributeurs (GMS)*

Les distributeurs travaillent actuellement sur la mise en valeur des produits fabriqués localement (« produits péi »). Ils sont intéressés pour participer à une opération de conditionnement en barquettes des mangues cueillies à des stades différents de maturité de récolte. Leur souhait est de pouvoir écouler des mangues de maturité homogène et d'améliorer les délais de conservation.

Prenant conscience, au travers des discussions, de l'importance de la manipulation des fruits lors de leur mise en marché pour le maintien de la qualité, ils se disent prêts à investir dans la formation de leur personnel.

## **Tâche 2**

La démarche globale consiste dans un premier temps à identifier les grands modes de conduite des vergers de manguier et les types d'exploitation en présence avant, dans un second temps, d'étudier plus en détail les stratégies mises en œuvre par les producteurs. Cette synthèse des résultats obtenus suivra ce même plan.

### *Diversité des modes de conduite et des exploitations*

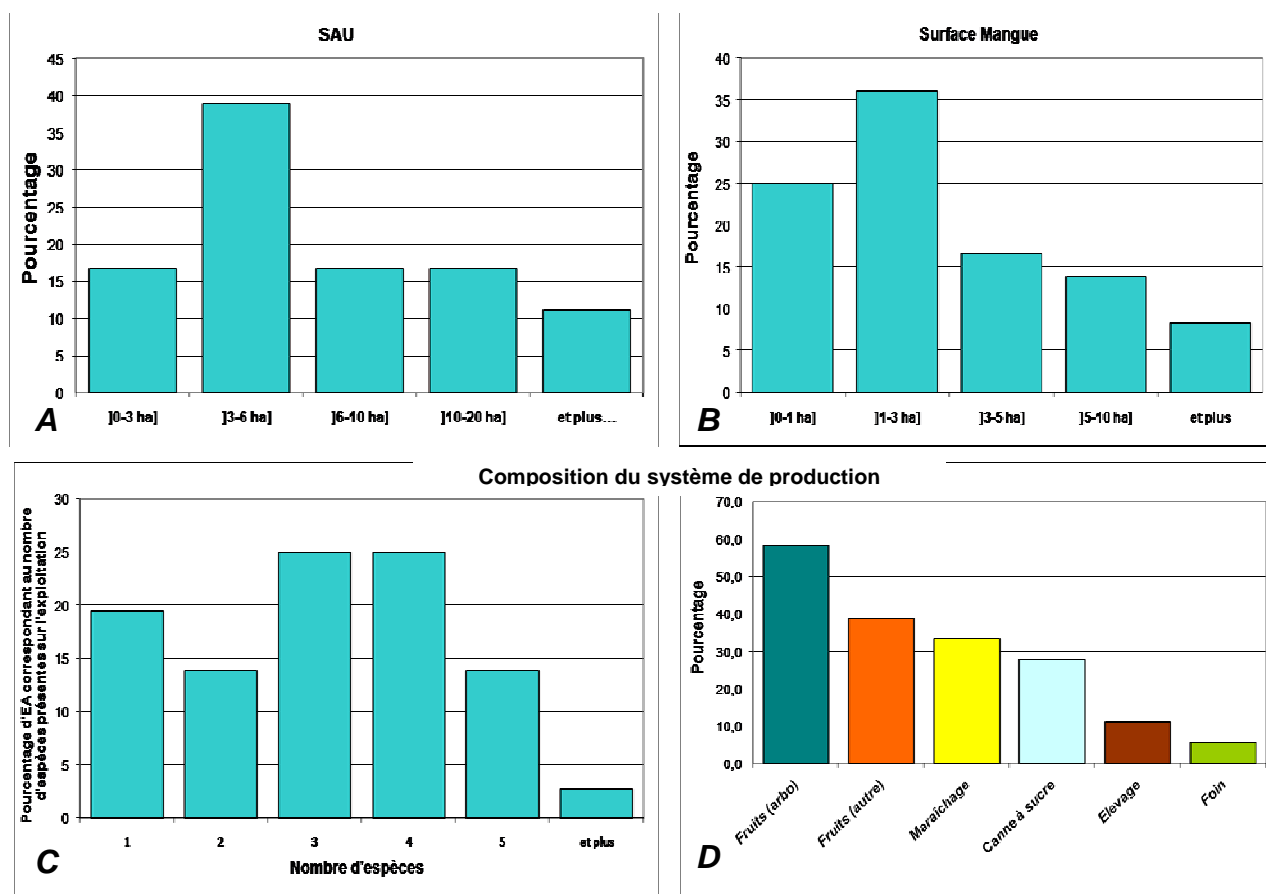
Au total, 36 exploitations agricoles productrices de mangues ont été enquêtées, soit plus de 70 % de la population totale estimée de producteurs. Cette large représentativité de l'échantillon a permis d'extrapoler les résultats obtenus à l'ensemble de la filière afin d'en visualiser les grandes tendances. Nous présentons dans un premier temps un certain nombre de ces résultats.

### La filière mangue et ses tendances

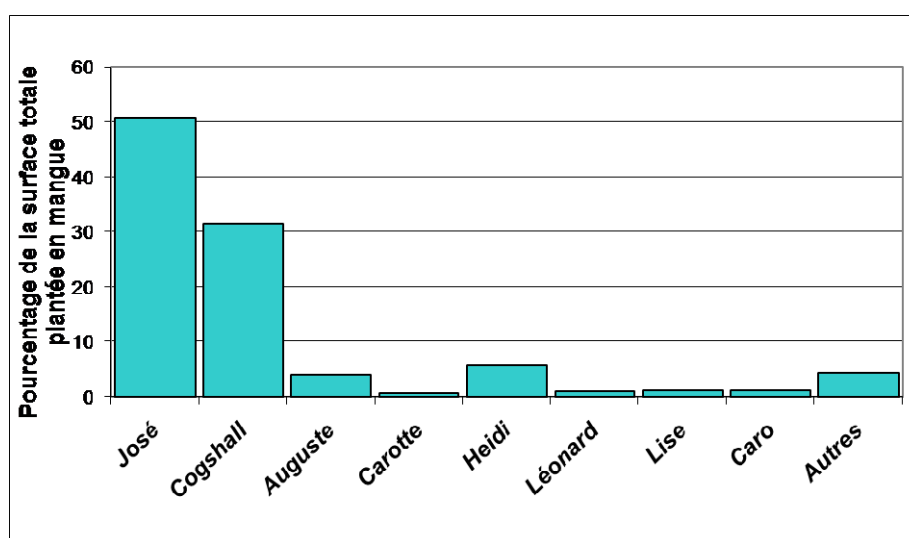
La production de mangues concerne généralement des exploitations et des vergers de taille modeste. En effet, **55%** des exploitations productrices de mangues ont aujourd'hui une surface totale inférieure ou égale à **6 ha** (Fig. 1A) avec, pour **60%** d'entre elles, une surface en mangue inférieure ou égale à **3 ha** (Fig. 1B). Dans **70%** des cas, le système de production ne comprend pas seulement de la mangue (Fig. 1C.). Il est diversifié avec d'autres productions de fruits, de légumes, de canne à sucre ou avec de l'élevage (Fig. 1D).

Au sein de l'ensemble des exploitations la mangue garde néanmoins une place prépondérante puisque près de **53%** des exploitations déclarent la mangue comme la principale source de revenus.

Les deux variétés majoritairement cultivées sur l'île sont José et Cogshall (Fig. 2). La mangue José est commercialisée sur le marché local réunionnais. Cogshall est aussi majoritairement commercialisée sur le marché local. Elle voit cependant une part des volumes produits commercialisée à l'export, environ 4 % du volume total. En outre, au sein de quelques exploitations, une volonté de conservation du patrimoine variétal local explique le maintien de quelques variétés traditionnelles valorisées auprès d'un public connaisseur ou de transformateurs en quête d'arômes spécifiques.



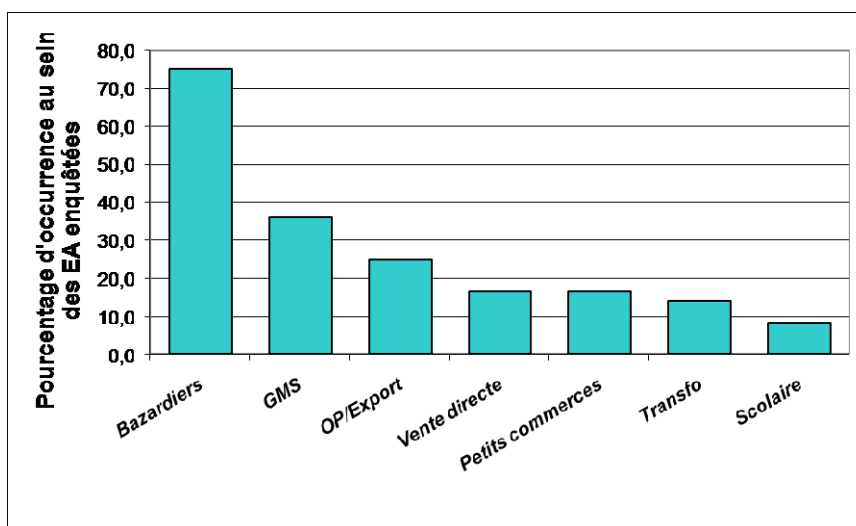
**Figure 1.** Données structurales sur les exploitations productrices de mangues de l'île de La Réunion (les pourcentages ont été obtenus sur les 36 exploitations enquêtées)



**Figure 2 :** Les variétés de mangue produites à La Réunion.

En matière de marchés, la figure 3 présente les pourcentages d'occurrence des différents débouchés identifiés au sein des exploitations enquêtées. Bien que nos résultats ne permettent pas d'estimer les quantités par type de débouché, les pourcentages d'occurrence obtenus semblent concorder avec la vision des experts locaux de la filière. On note en effet

le rôle prépondérant des bazarriers : ces acteurs de la filière fruits et légumes à La Réunion jouent le rôle de grossiste ; ce rôle s'étend parfois en amont avec l'achat des fruits sur pied (ils assurent alors eux-mêmes la récolte de la parcelle), et en aval par la vente directe des fruits (points de vente, marchés forains). Ces acteurs, issus du secteur informel, jouent à La Réunion un rôle déterminant dans la commercialisation de la mangue (fig. 3). Notons que la GMS est une voie de commercialisation dont l'importance semble aussi en pleine expansion.



**Figure 3** : Les modes de commercialisation de la mangue réunionnaise

#### Les pratiques des producteurs et la place de la mangue au sein des exploitations

L'idée qui a guidé notre démarche est que la mise en œuvre d'un itinéraire technique (ITK) au sein de l'exploitation est la résultante de choix techniques eux-mêmes issus d'un compromis entre les objectifs du producteur et les contraintes externes (marchés, ...) et internes (accès aux facteurs de production, ...) subies par l'exploitation. Il en résulte qu'au sein d'un même jeu de contraintes (ou contexte de production) deux producteurs peuvent être conduits à faire des choix techniques différents. Inversement, dans des contextes différents, deux producteurs peuvent être amenés à faire les mêmes choix techniques. Dès lors, il nous paraissait réducteur d'appréhender uniquement ces choix techniques sans essayer de les resituer dans le contexte plus englobant de l'exploitation agricole et d'appréhender la place occupée par la mangue au sein de ce dernier. La méthodologie mise en œuvre prévoyait donc la réalisation d'une double typologie. La première a consisté en l'identification et au classement des différents modes de conduite du verger. Son objectif a été de connaître la diversité des pratiques à l'échelle de la filière. La seconde typologie a focalisé sur la diversité des exploitations agricoles et de la place qu'y occupe le verger de manguiers.

Ces deux typologies ont été menées selon une démarche participative, sollicitant à différentes étapes l'expertise des techniciens intervenant dans l'encadrement de cette filière. En outre, les typologies obtenues sont des typologies non cloisonnées, formalisées selon un ensemble de pôles, chacun caractérisé par un ensemble de modalités de variables. Chaque exploitation enquêtée peut être située par rapport aux différents pôles (ou prototypes) élaborés, offrant ainsi une vision opérationnelle et plus réaliste de sa place au sein de l'échantillon.

## La typologie des modes de conduite

L'analyse des modes de conduite a permis d'élaborer trois pôles de pratiques mettant en évidence des logiques de conduite distinctes. Elles se distinguent notamment par l'importance accordée à la qualité des fruits et par la sensibilité environnementale du producteur. Cette dernière se traduit par certaines pratiques indiquant la recherche du maintien d'équilibres au sein de l'écosystème cultivé.

### **Le pôle "Raisonné"**

Au sein de ce pôle, le producteur **maintient un enherbement naturel sur la totalité de la parcelle** et valorise les résidus végétaux en les positionnant sous la frondaison des manguiers. Il n'apporte **aucune fertilisation chimique** sur le verger. Il pratique **un contrôle raisonné des bio-agresseurs**, donnant priorité aux techniques alternatives (piégeage de masse, traitements bio, expérimentations diverses...). Il identifie et évalue les risques (piégeage et battage) avant de déclencher un traitement chimique. Sa gestion de **la qualité est en partie fonction des attentes des consommateurs** ou de l'acheteur avec qui il entend maintenir une relation durable (vente directe aux particuliers, bazariers fidélisés, ...). Ainsi, il accorde un soin particulier à la manipulation des fruits. Les fruits sont classés par lot de maturité afin de répondre aux attentes des clients. Il applique généralement une décote sur les fruits abîmés.

### **Le pôle "Cahier des charges"**

Ce pôle est caractérisé par des producteurs dont les pratiques semblent guidées par les attentes du marché, notamment en matière de qualité visuelle des fruits. Le producteur applique une **taille de formation des arbres** visant à aérer l'intérieur de la canopée dans le but de favoriser la qualité visuelle et sanitaire des fruits et mieux contrôler les bio-agresseurs. Il applique aussi **une taille fine sur l'environnement direct des fruits** lors du grossissement. L'objectif est alors d'éviter les rayures sur épiderme préjudiciables à la qualité visuelle des mangues et donc à leur valeur commerciale. Il applique **une fertilisation chimique systématique** et en quantité fixe qui vise à restituer au sol les éléments exportés et ainsi maintenir au mieux le potentiel de la parcelle. La gestion des bio-agresseurs est essentiellement basée sur des traitements **chimiques non-systématiques**. Elle repose sur les principes d'évaluation des risques et de seuils de déclenchement. Les critères de qualité des fruits sont fixés par le cahier des charges établi par les OP ; il s'agit (i) du stade de récolte (fixé au stade "point jaune"), (ii) d'opérations répétées de tris et de lavages et (iii) d'exigences en matière de conditionnement (pas d'empilement de fruits, calibrage des fruits, ...)

### **Le pôle "productiviste"**

Ce pôle est caractérisé par des producteurs dont les pratiques sont caractérisées par une **quasi-absence d'opération de taille** : cette dernière est limitée à des interventions ponctuelles visant essentiellement à nettoyer la parcelle des branches mortes, à écimer les arbres afin d'en réduire la hauteur et à dégager l'interligne afin de permettre le passage d'engins sur la parcelle. Le producteur contrôle les bio-agresseurs par application de **traitements chimiques systématiques** aux périodes critiques du cycle de production. Ces traitements visent essentiellement à prévenir les risques de perte de rendement tout en s'affranchissant de la compétence et du temps nécessaires à l'évaluation des risques réels. Enfin, le producteur n'applique aucune règle en matière de gestion de la qualité des fruits au moment de la récolte ; la mise en œuvre de cette dernière est parfois confiée à l'acheteur, généralement un bazarier, qui est rarement le même d'une année sur l'autre.

## La typologie des exploitations agricoles

L'analyse des données issues de l'approche globale de l'exploitation a permis de proposer une typologie basée sur le lien entre le verger de manguier et le fonctionnement de l'exploitation. Cette seconde approche a mis en exergue une importance variable du verger au sein du système de production pouvant en partie justifier un certain nombre de choix techniques. Au total, trois pôles d'exploitations ont été définis.

### **Le pôle "exploitations motrices"**

Ce pôle est caractérisé par des exploitations dont la **surface du verger de manguier est parmi les plus importantes** de l'échantillon, systématiquement supérieure à 4 ha. Cette importance donnée à la mangue au sein de l'exploitation est confirmée par **un niveau élevé d'équipement** se traduisant par la présence d'un matériel dédié aux vergers, souvent coûteux (tracteur fruitier, pulvérisateur, ...). L'exploitation peut aussi être équipée de matériel dédié à la gestion post-récolte de la production (calibreuse, chambre froide, laboratoire de transformation). La taille importante des surfaces en production conduit le chef d'exploitation à engager **une main d'œuvre permanente** qu'il complète par une main d'œuvre saisonnière au moment des pics de travail. Une autre caractéristique de ce pôle d'exploitation est la **forte implication de son responsable dans la structuration de la filière**. Il est au moins membre d'une organisation de producteurs au sein de laquelle il tient souvent un rôle clé. Il mobilise régulièrement les services de la filière (conseils Chambre d'agriculture, société export, ...) et bénéficie ainsi de l'encadrement technique des différentes instances. Enfin, l'exploitation est caractérisée par **l'existence de projets visant soit à augmenter son potentiel de production** (SAU, plantations, ...) **soit à renforcer ses facteurs de production** (achat matériel, engagement de main d'œuvre, ...).

### **Le pôle "exploitations diversifiées"**

Ce pôle est caractérisé par des exploitations dont les **surfaces en verger de manguier sont parmi les plus modestes** de l'échantillon. Dans tous les cas, elles ne dépassent pas 1.5 ha. En revanche, le système de production est diversifié. La mangue n'y est pas la culture pivot et **n'apporte qu'une faible part du revenu agricole**. Le manguier est conservé ou planté par tradition. **La seule main d'œuvre intervenant sur le verger est familiale** et généralement limitée au chef d'exploitation parfois aidé de son épouse. Ils ont recours à de la main d'œuvre saisonnière uniquement au moment des pics de travail.

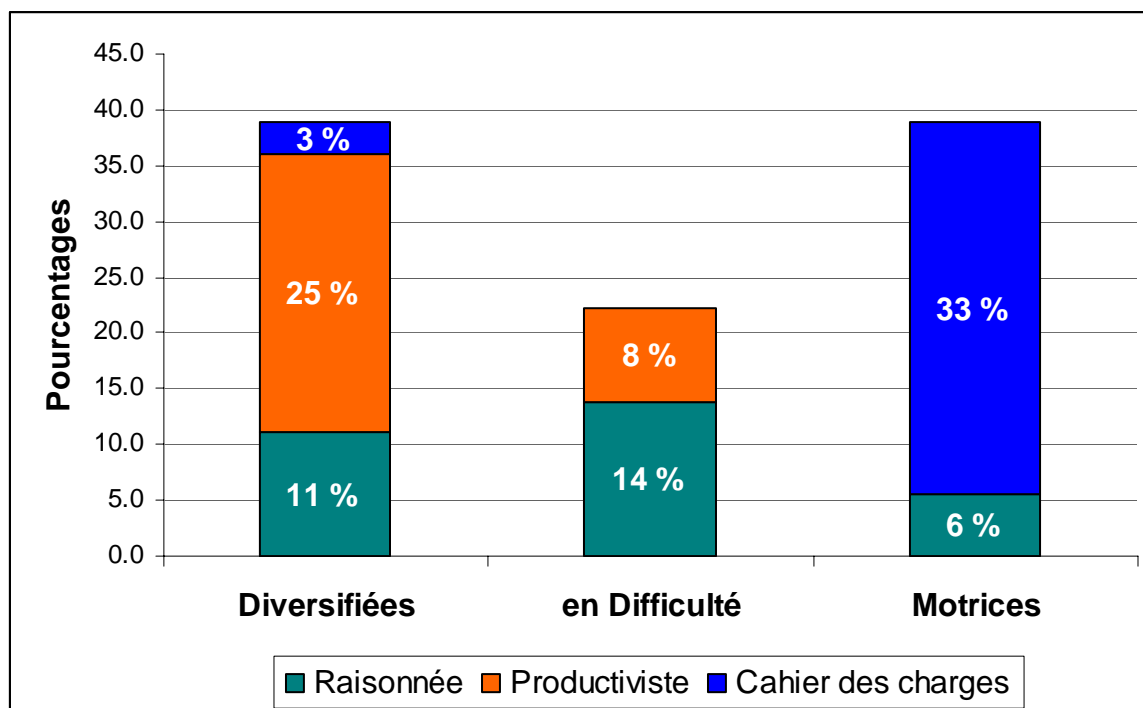
### **Le pôle "exploitations en difficulté"**

Ce pôle est caractérisé par des exploitations dont le système de production est **peu diversifié et généralement centré sur la production de mangue**. La surface en manguier est moyenne, généralement comprise entre 1.5 et 4 ha. Ces exploitations sont en **situation de transition**, rendant difficile la mise en œuvre d'un projet. Cette situation concerne l'avenir à court terme de l'exploitation (situation en attente d'une reprise, expropriation, bail non-renouvelé, ...). Elles sont caractérisées par **un faible niveau d'équipement** pour la production de mangues, susceptible d'affecter la productivité du travail. Seule la main d'œuvre familiale est impliquée dans la conduite des manguiers.

L'analyse de la typologie portant sur les modes de conduite permet d'extrapoler les résultats et d'estimer les proportions respectives de chaque mode de conduite à l'échelle de la filière (Fig. 4). On note une répartition relativement équitable des trois modes de conduite : 31% de conduite raisonnée, 33% de conduite productiviste et 36% de conduite "selon cahier des charges". Ces résultats semblent montrer que 30% des producteurs de mangues de La Réunion mettent en œuvre des pratiques pouvant être réellement polluantes pour



l'environnement. Ils constituent une population cible à orienter vers des modes de conduite plus respectueux de l'environnement.



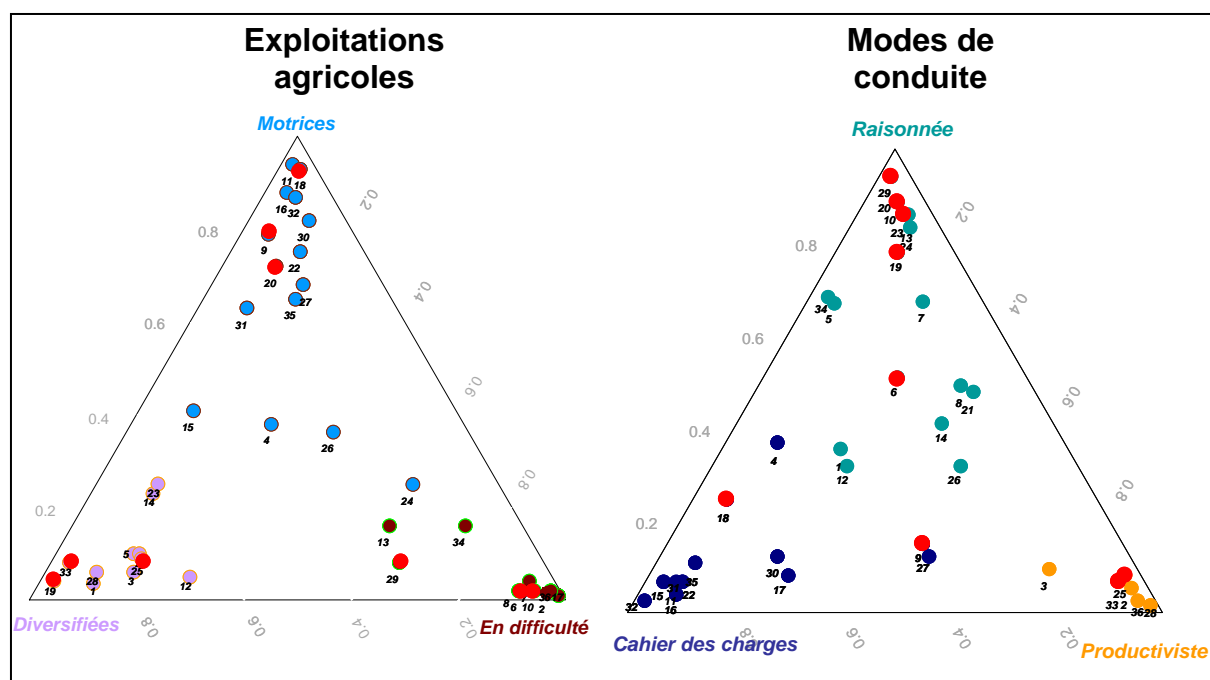
**Figure 4 :** Le croisement des deux typologies ; les pourcentages affichés sur la figure permettent de visualiser la répartition de l'échantillon au sein de ce croisement

Le croisement entre les deux typologies (modes de conduite et exploitations agricoles) permet aussi d'appréhender le sens des pratiques observées (Fig. 4). On note par exemple que le mode de conduite "cahier des charges" relève essentiellement des exploitations "motrices" connues pour leur implication dans la structuration de la filière et l'approvisionnement de marchés exigeants en volumes (GMS, collectivités, ...).

De même, la grande majorité des modes de conduite de type "productiviste" sont le fait d'exploitations "diversifiées". Cette situation peut être expliquée par deux réalités liées entre elles : (i) une place souvent secondaire de la mangue au sein de ces exploitations pouvant expliquer une limitation du temps accordé au verger et (ii) la volonté de minimiser les risques sanitaires sur cette composante conduisant à la mise en œuvre de traitements systématiques. Il en résulte une stratégie visant à prévenir les risques.

On note en revanche au sein des trois types d'exploitation une bonne représentativité du mode de conduite "raisonnée".

Ce croisement permet aussi de disposer de critères d'échantillonnage pertinents pour la deuxième phase de l'étude (Fig. 5).



**Figure 5 :** La représentation graphique de chaque typologie ; chaque exploitation est numérotée et représentée par une pastille dont la couleur sur la figure dépend du pôle auquel elle se rattache majoritairement ; les neuf exploitations retenues pour la mise en œuvre de la seconde phase de l'étude sont représentées par des pastilles rouges

### *Les stratégies des producteurs de mangues*

Après avoir identifié les grandes lignes des ITK mis en œuvre par les producteurs de mangues, la seconde phase de notre approche a consisté à rechercher les raisons de ces choix techniques. En effet, ces raisons fixent en grande partie les marges de manœuvre dont disposent les producteurs pour s'approprier les innovations issues de concepts novateurs tels que celui de la PFI. Pour cela, nous sommes partis de l'idée selon laquelle une analyse des stratégies des producteurs couplée à une étude de l'ensemble des flux (financiers, physiques, main d'œuvre) circulant dans l'exploitation pouvait permettre d'atteindre l'objectif fixé. Nous avons donc mobilisé deux outils complémentaires. Le premier est la méthode d'analyse du fonctionnement global de l'exploitation agricole proposée par Marshall *et al.* (1994)<sup>1</sup>. Il a notamment permis d'établir le schéma de fonctionnement de chaque exploitation enquêtée, décrivant les finalités de l'exploitation, les stratégies mises en œuvre pour les atteindre et les décisions qui en résultent. Le second outil qui a été utilisé, Olympe, est un outil d'aide à la décision et de simulation du fonctionnement agro-économique de l'exploitation. Utilisé ici comme support à la quantification de l'ensemble des flux, il nous a permis d'élaborer et de calculer les indicateurs agro-économiques susceptibles de valider les stratégies identifiées.

La lourdeur de la démarche nous a contraints à la mener sur un panel restreint d'exploitations. Les résultats des deux typologies précédemment établies nous ont servi à élaborer cet échantillon. Neuf exploitations ont été retenues en fonction de leur représentativité en matière de modes de conduite et de contextes de production. Elles sont représentées sur la figure 5 par les pastilles rouges permettant de visualiser leur

<sup>1</sup> Marshall E., J.R. Bonneville, I. Francfort. (1994) Fonctionnement et Diagnostic Global de l'Exploitation Agricole - Une méthode interdisciplinaire pour la formation et le développement. ENESAD, Dijon, France.

positionnement sur chaque typologie. Les résultats obtenus permettent de classer les neuf exploitations enquêtées dans trois grands modèles stratégiques :

1. le modèle « autonome et traditionnelle »
2. le modèle « familiale entrepreneuriale »
3. le modèle « multifonctionnelle ».

Nous en présentons ici une synthèse.

### Les caractéristiques des différents modèles

#### **Le modèle « autonome et traditionnelle »**

La surface de l'exploitation est modeste (<5 ha) avec un capital d'exploitation relativement peu élevé (peu de matériel, peu ou pas de locaux agricoles). La mangue constitue la principale composante du système de production. D'autres productions (fruits, canne à sucre...) viennent cependant compléter le système. Cette diversification permet de contrer la fragilité (cyclone, attaques de ravageurs et pathogènes...) et la saisonnalité de la mangue en sécurisant et régularisant le revenu sur l'année.

Parmi les finalités caractéristiques de ces exploitations figurent la recherche d'autonomie et la vision d'une production fruitière de qualité respectant à la fois l'environnement et le consommateur. La recherche d'autonomie se traduit sur le plan financier : le producteur ne fait pas appel aux prêts bancaires. Elle se traduit aussi sur le plan de la main d'œuvre qui reste essentiellement familiale. Cependant, lors des pics de travail, comme la récolte, l'exploitation peut faire appel à une main d'œuvre extérieure de confiance souvent non-déclarée. L'exploitant est propriétaire des terres, souvent héritées des parents.

Ce désir d'autonomie s'exprime aussi vis-à-vis des choix de commercialisation. Les exploitations de ce type sont en effet de petites structures installées depuis longtemps sur le territoire. Elles bénéficient d'une bonne connaissance des circuits courts de commercialisation. Le producteur se montre réticent à son insertion dans une organisation de producteurs. La commercialisation se fait donc par le biais de la vente directe au consommateur en bord de route, sur l'exploitation ou par le biais de bazariers fidèles à l'exploitant.

Ce mode de commercialisation est en accord avec la vision qu'a le producteur de la qualité de sa production. Elle s'exprime d'une part au travers du soin apporté à la manipulation des fruits depuis la récolte jusqu'à leur vente, et d'autre part par des techniques de production qui minimisent volontairement l'emploi d'intrants chimiques. Une telle stratégie suppose une bonne connaissance des ravageurs susceptibles d'impacter leur production et de leurs auxiliaires respectifs. Elle requiert du temps passé à observer les niveaux d'infestation durant les phases sensibles de la culture. Elle suppose aussi d'accepter d'élever les seuils de déclenchement des interventions chimiques au risque de réduire parfois sensiblement le niveau de rendement.

Bien qu'ouverts aux conseils des organismes de vulgarisation, ces producteurs se basent aussi beaucoup sur un apprentissage empirique des pratiques et techniques de production et sont peu insérés dans le réseau professionnel agricole.

#### **Le modèle « familiale entrepreneuriale »**

La surface agricole (>7 ha) et le capital de ces exploitations sont importants. La mangue n'est pas forcément la culture pivot de l'exploitation.

Parmi les finalités identifiées au sein de ces exploitations figure la volonté d'optimiser la productivité de l'exploitation ainsi que de dynamiser la filière et le territoire. L'emploi d'une main d'œuvre extérieure salariée et déclarée, imposée par les surfaces en jeu, incite le chef d'exploitation à maximiser la productivité du travail. Etant donnés les volumes de production en jeu, la commercialisation des produits de l'exploitation se fait essentiellement par le biais de coopératives ou d'organisations de producteurs. Le chef d'exploitation tire un intérêt évident d'une structuration de la filière. Il s'y implique donc activement, notamment à travers la prise en charge de fonctions clés au sein de coopératives, syndicats.... Utilisant les différents services de la filière, l'exploitant ainsi que ses ouvriers ont un bon niveau technique. La gestion et la succession de l'exploitation répondent à une vision familiale.

Ces exploitations sont aujourd'hui motrices de l'agriculture à La Réunion. Leur production de fruits, de légumes et/ou d'animaux contribue de manière significative à la production globale des filières concernées.

### **Le modèle « multifonctionnelle »**

Le système de production des exploitations de ce modèle est généralement diversifié avec des surfaces en production relativement modestes. L'installation agricole s'est généralement faite avec un projet d'activité agrotouristique. Ce dernier permet de dégager un revenu conséquent.

La production agricole occupe cependant une place centrale dans les revenus de l'exploitation eu égard aux utilisations qui en sont faites : autoconsommation et valorisation sur la table d'hôte. De même une partie des produits est transformée et vendue sur des marchés de niches : marché de producteurs terroirs, épicerie AB, gîtes, voisinage....

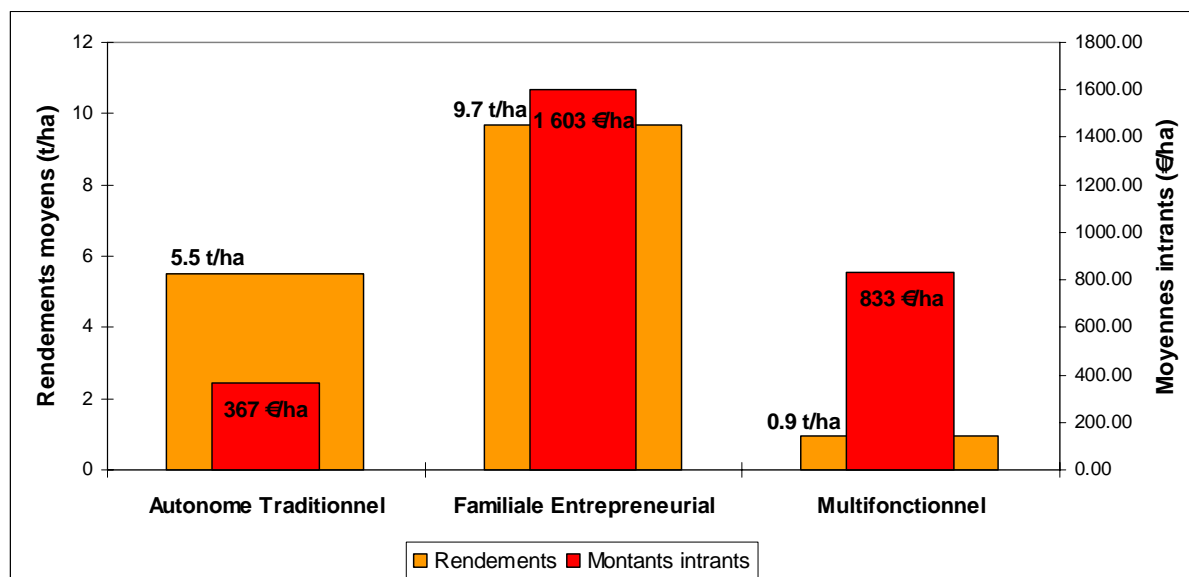
L'engagement du producteur dans une labellisation AB semble répondre à deux finalités majeures de l'exploitation : produire des fruits de qualité et préserver/valoriser un environnement dont l'intérêt est multiple compte tenu du positionnement de l'exploitation dans le domaine agrotouristique. Ces exploitations profitent de l'engouement pour le tourisme vert qui se développe à La Réunion depuis la fin des années 80. L'exploitation agricole est donc un support qui permet le fonctionnement de l'activité touristique grâce à l'environnement créé, à l'autoconsommation et à la transformation des produits. Ce type de diversification devient de plus en plus prisé par les agriculteurs qui ne basent pas toute leur activité sur l'agriculture, et cherchent à sécuriser leurs revenus.

### Des stratégies confortées par les indicateurs agro-économiques

Les indicateurs agro-économiques calculés au moyen de l'outil Olympe nous ont permis de valider les stratégies identifiées sur la base des enquêtes approfondies. Nous synthétisons ici les résultats obtenus en présentant les moyennes calculées par modèle stratégique d'exploitation pour quatre indicateurs : le montant des intrants sur le verger de manguiers, incluant la main d'œuvre, le niveau de rendement du verger de manguiers, la marge/ha et la marge horaire.

Les rendements obtenus sur les exploitations du modèle "**familiale entrepreneuriale**" sont cohérents avec les moyens mis en œuvre. En effet, les rendements sont de loin les plus élevés de l'échantillon avec une moyenne de près de 10 T/ha (Fig. 6). Même si ce niveau de rendement est loin d'être exceptionnel s'agissant de manguiers, il reste cependant un des plus élevés observés en milieu réel à La Réunion. Ce rendement est accompagné d'un niveau élevé d'intrants. Ce point est justifié d'une part par le choix du producteur d'appliquer des seuils de déclenchement des traitements contre les bio-agresseurs relativement bas afin de prévenir les pertes de rendement. Il est justifié d'autre part par le recours systématique à de la main d'œuvre salariée déclarée, qui constitue l'un des principaux postes de dépenses. En

effet, dans nos calculs de coûts et de marges, seul l'emploi de main d'œuvre entraînant une dépense financière pour l'exploitation a été pris en compte.



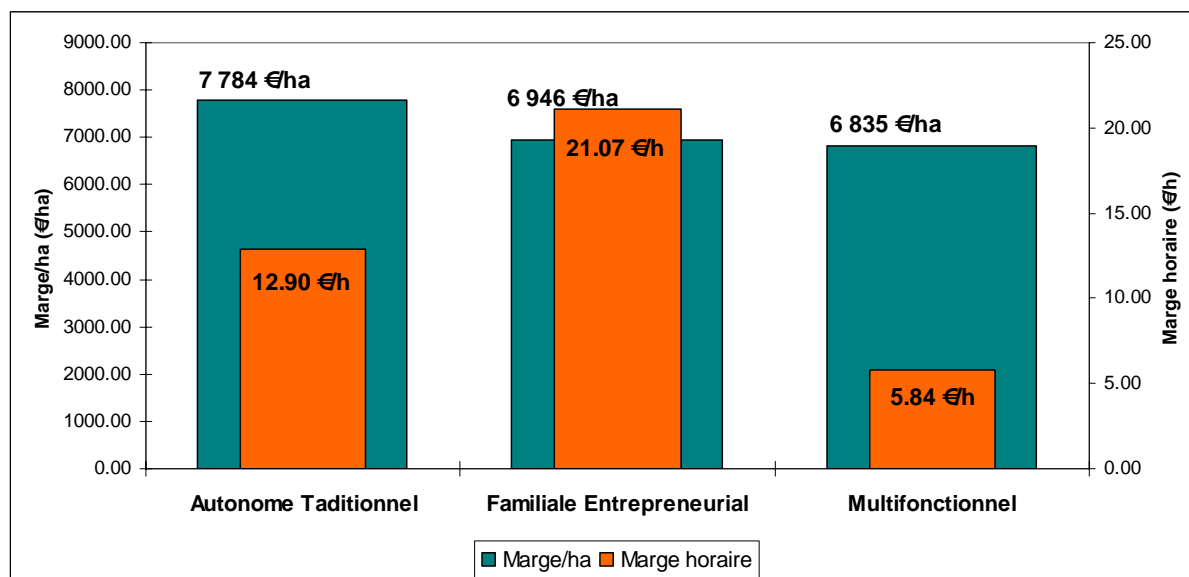
**Figure 6 :** Les moyennes des montants d'intrants et des rendements par modèle stratégique d'exploitation

A l'inverse, le modèle "**autonome traditionnelle**" affiche les montants d'intrants les plus faibles de l'échantillon. Cette tendance est cohérente avec la vision et l'objectif de qualité que se fixe le producteur au sein de ce modèle d'exploitation. Il est en effet près à réduire ses seuils d'intervention afin d'optimiser la qualité de sa production. Il fait de son mode de production et de l'absence de résidus de pesticides un véritable argument de vente afin de fidéliser sa clientèle. En conséquence, les rendements obtenus sont sensiblement inférieurs à ceux annoncés dans le cas précédent. En d'autres termes, le producteur est près à perdre une partie de sa production pour rester fidèle à sa vision de l'agriculture et de la qualité de ses fruits.

Enfin, le modèle "**multifonctionnelle**" semble être de loin le moins performant sur le plan économique. En effet, le montant des intrants concédés à la mangue reste relativement élevé. Ce point s'explique essentiellement de deux manières. D'une part la pluriactivité observée sur l'exploitation (tourisme, transformation des productions, vente directe, ...), ne laisse pas toujours le temps nécessaire à l'exploitant pour travailler sur le verger. Ce dernier a donc tendance à employer une main d'œuvre extérieure qui vient augmenter les coûts de production. D'autre part, l'engagement souvent observé de l'exploitation dans une certification AB contraint le producteur à utiliser des produits de traitement homologués par ce type d'agriculture. Ils présentent généralement un coût supérieur aux intrants conventionnels. Le rendement affiché est très modeste et semble très inférieur à ce que les coûts de production pourraient laisser espérer.

En dépit de la diversité précédemment observée sur les coûts de production ainsi que sur les rendements annoncés, on observe des marges/ha relativement proches entre modèles stratégiques d'exploitation agricole. Ce point vient appuyer l'idée selon laquelle un système de production résulte d'un ensemble d'ajustements réalisés par le producteur en fonction d'objectifs et de stratégies souvent divers parmi lesquels les modes de valorisation et de commercialisation ont un poids conséquent. On observe sur la figure 7 que les marges/ha les plus élevées sont obtenues au sein des exploitations du modèle "**autonome traditionnelle**". Ce point s'explique d'une part par le mode de valorisation choisi (la vente

directe aux particuliers) qui évite les intermédiaires et maximise ainsi la marge. Il s'explique aussi par le faible niveau des intrants mentionné précédemment. Une telle stratégie est rendue possible du fait des surfaces relativement modestes observées au sein de ce type. Les volumes de production en jeu permettent par conséquent au producteur la mise en œuvre de ce type de stratégie. En revanche, au sein du modèle "**familiale entrepreneuriale**", les volumes de production en jeu conduisent d'emblée le producteur vers des marchés de moyenne et grande distribution. C'est donc surtout sur la quantité que ce dernier sécurise son revenu, sa marge/ha étant inférieure à celle du modèle "Autonome traditionnel" du fait de coûts de production très élevés.



**Figure 7** : Les marges/ha et horaires moyennes par modèle d'exploitation

Enfin, la marge/ha obtenue pour le modèle "**multifonctionnelle**" contraste avec le niveau très faible de rendement affiché plus haut. Ce résultat, même s'il demande à être affiné, reflète cependant une réalité : celle de la valorisation de productions destinées aux marchés de niche tels que celui de l'AB ou des tables d'hôte. En effet, la vente de produits bio transformés, soit dans les épiceries spécialisées, soit au sein même de la structure agrotouristique de l'exploitation, s'avère être un moyen de valorisation financièrement très pertinent.

Les marges horaires viennent compléter cette analyse, montrant ce que l'agriculteur retire financièrement d'une heure d'intervention (par lui ou de la main d'œuvre rémunérée) sur son verger de manguiers. La marge la plus élevée est observée au sein du modèle "**familiale entrepreneuriale**". Ceci est cohérent avec la priorité donnée par l'exploitant à la maximisation de la productivité, compte tenu des coûts de main d'œuvre élevés. La marge horaire apparaît en revanche moins élevée au sein du modèle "**autonome traditionnelle**". Ce point s'explique par le temps passé par l'exploitant sur sa parcelle du fait (i) de son faible niveau d'équipement, (ii) du temps que requiert l'observation des arbres et l'évaluation des risques sanitaires dans une logique de minimisation des traitements et enfin (iii) la prise en charge par le producteur de la commercialisation d'au moins une partie de sa production. Cette tendance semble plus forte encore au sein du modèle "**multifonctionnelle**" qui affiche une marge horaire inférieure au SMIC. Cette situation s'explique d'une part par le faible niveau d'équipement qui limite la productivité du travail ainsi qu'un recours régulier à de la main d'œuvre extérieure. En revanche, seule la valeur commerciale de la production agricole est prise en compte dans le calcul de cet indicateur. Pour ce dernier modèle, la valeur ajoutée apportée par l'entretien d'un verger mené dans une logique AB (enherbement total,

absence d'intervention chimique, ...) ne peut être estimée. Pourtant, elle contribue de manière importante au succès du volet agrotouristique de l'exploitation qui constitue une part non négligeable du revenu de l'exploitation.

### *Synthèse des résultats et perspectives*

Conformément aux objectifs initiaux, la tâche 2 de l'action 1 nous a permis à la fois d'identifier la diversité des pratiques des producteurs de mangues à La Réunion et de comprendre les stratégies à l'origine de ces choix techniques. Cette étape est incontournable dans une démarche qui vise une mutation profonde des pratiques culturelles, encore très imprégnées des modes de production conventionnels vers des systèmes plus en phase avec les concepts de la Production Fruitière Intégrée (PFI) ou de l'agro-écologie.

A travers la description des différents modèles d'exploitation identifiés transparaissent des logiques de production et des finalités plus ou moins proches de celles du concept de PFI. On note effectivement que la vision de la qualité qu'ont les producteurs du modèle "autonome traditionnelle" les amène naturellement dans une logique de compromis semblant en faire les producteurs les plus aptes à s'approprier ce type de concept. En revanche, leur quête d'autonomie en fait des cibles difficiles à atteindre pour les actions de vulgarisation habituelles. Il en est de même des "multifonctionnelles" dont le positionnement sur l'agrotourisme et les marchés de niche les maintient un peu en marge de la filière. Leur pluriactivité les rend potentiellement moins disponibles pour s'impliquer dans des démarches nécessitant l'acquisition de compétences et une certaine disponibilité pour observer le verger.

A l'inverse, les producteurs du modèle stratégique "familiale entrepreneuriale" et leur objectif de productivité sont potentiellement les moins enclin à évoluer dans le sens du concept de PFI, sauf si les solutions qui leur sont proposées, notamment en termes de contrôle des bio-agresseurs, font la preuve de leur efficacité sans pour autant alourdir les besoins en main d'œuvre. En revanche, l'implication du chef d'exploitation dans les différents réseaux de la filière ainsi que leur tendance à maintenir leur compétence et celle de leurs employés à jour, en font des cibles sensibles à la vulgarisation de modes de production innovants.

Il s'agit aujourd'hui d'arriver à co-construire avec les producteurs rattachés à chacun des modèles décrits plus haut, des systèmes de culture plus en phase avec le concept de PFI. Cette démarche, pour être un succès, doit être volontariste et non plus résulter d'une logique de transfert linéaire de l'innovation des stations de recherche et/ou d'expérimentation vers les producteurs. Deux préalables pourraient faciliter un tel changement : l'établissement d'un réseau de fermes de référence prêtes à entrer dans une démarche participative de reconstruction de systèmes de culture innovants, et la mise au point d'outils d'aide à la décision, basés sur l'auto-évaluation et dédiés aux exploitations fruitières. Ce dernier point pourrait profiter de l'existant en matière d'outils d'évaluation de la durabilité à l'échelle parcellaire mais aussi à celle du système de production tels que la méthode IDEA (Vilain et al., 2008<sup>2</sup>). Destiné aux producteurs, ce type d'outil, pour être adopté, doit intégrer des indicateurs cohérents avec les stratégies existant à l'échelle de la filière et être adapté au contexte régional concerné.

---

<sup>2</sup> Vilain L., K. Boisset, P. Girardin, A. Guillaumin, C. Mouchet, P. Viaux, F. Zahm. (2008) La méthode IDEA - Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles - Guide d'utilisation - Troisième édition actualisée, Dijon, France

### Tâche 3

Quinze agriculteurs ont bénéficié d'un appui technique rapproché afin de les initier à tenir régulièrement un cahier parcellaire. Outre l'aspect réglementaire de la tenue du cahier parcellaire pour l'enregistrement des opérations phytosanitaires, la PFI exige que l'ensemble des opérations culturales soit reporté dans le cahier. Un cahier a donc été remis dès le début du projet, en 2007, à 15 producteurs de mangues impliqués dans la démarche PFI. Le bilan de ce suivi montre en 2009 que 6 producteurs ont correctement tenu leur cahier ; 2 producteurs se sont contentés de reporter uniquement les interventions phytosanitaires ; 7 producteurs n'ont pas tenu leur cahier ou l'ont égaré. Ces agriculteurs ne sont pas convaincus de l'intérêt d'un tel cahier, prétextent un manque de temps ou un oubli. Certains agriculteurs ne sont absolument pas habitués à écrire ou présentent des difficultés à écrire.

Ce bilan mitigé reflète le retard général observé à La Réunion dans la mise en place de cette règle obligatoire depuis janvier 2005. Ce retard ne concerne pas seulement les producteurs, mais l'ensemble des acteurs de la filière, notamment ceux intervenant en aval et qui seraient susceptibles d'imposer cette contrainte comme condition d'accès aux marchés.

En outre, la quasi-absence de produits homologués pour le contrôle des bio-agresseurs du manguier constitue un frein majeur au respect de la règle de traçabilité. En effet, elle place les producteurs dans une situation d'illégalité que le cahier de suivi parcellaire ne fait que souligner. Ce point apparaît donc clairement comme une contrainte à lever en priorité pour espérer une adoption par l'ensemble des acteurs de la filière d'un système de traçabilité efficace. Il requiert un effort concerté des services de l'Etat, de la recherche, de la vulgarisation, et surtout des firmes phytosanitaires afin de combler certains usages vides.

#### III-1.6 Indicateurs de suivi

- Création puis réunions du comité technique mangue : au total, trois réunions annuelles, du comité technique mangue ont été organisées pendant la durée du projet ;
- Encadrement de deux stages d'élèves ingénieurs (2 x 6mois) ;
- Réalisation d'une double typologie (Pratiques/Exploitations agricoles) sur base d'enquête en exploitation (36 exploitations enquêtées) ;
- Réalisation d'une étude approfondie sur les stratégies et le fonctionnement agro-économique des exploitations agricoles sur la base d'enquêtes approfondies en exploitation agricole (9 exploitations enquêtées) ;
- Une mission d'appui de F. Zahm, agro-économiste du CEMAGREF – Bordeaux ;
- Mise en œuvre et contrôle des cahiers de suivi parcellaire : 15 exploitants suivis avec cahiers parcellaires.

#### III-1.7 Indicateurs d'évaluation

- Comptes rendus des réunions du comité technique mangue : un compte rendu par réunion du comité a été rédigé et envoyé aux personnes invitées ;
- Rapport sur le fonctionnement des exploitations et les pratiques des producteurs de mangues à La Réunion ;
- Rapport sur la compréhension des pratiques par l'identification des stratégies des producteurs de mangues à La Réunion ;
- Restitution des résultats de chacune des 2 phases de l'étude des pratiques et des stratégies des producteurs dans le cadre des comités techniques 2008 et 2009 ;
- Synthèse de l'expérimentation visant la mise en place de cahiers de suivi parcellaire.



## III-2. **Action 2** : Valider des modes de conduite innovants du manguier

Responsable : Ignace Hoarau, ARMEFLHOR

Partenaires : CIRAD, ARMEFLHOR, CPEA, agriculteurs

### III-2.1 Rappel des objectifs attendus

Les objectifs de cette action peuvent être regroupés en deux niveaux :

- d'une part valider, en milieu contrôlé et en milieu réel, des modes de conduite des manguiers qui visent à limiter l'étalement dans le temps des stades phénologiques clés de la production (croissance végétative, floraison et récolte), et à limiter l'alternance de floraison et de production d'une année sur l'autre.

- d'autre part mieux connaître et hiérarchiser les bio-agresseurs du manguier à La Réunion par un suivi des populations et des dégâts sur un réseau de parcelles. Il s'agit également de déterminer la variabilité de la présence et des dégâts des bio-agresseurs entre variétés, parcelles et zones écologiques.

Les retombées appliquées de ces objectifs sont une production plus régulière d'une année sur l'autre, une meilleure qualité des fruits (stades de récolte plus homogènes), et une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires grâce à une limitation de la durée des stades sensibles aux bio-agresseurs dans le verger, floraison et fructification en particulier, et à une meilleure connaissance des bio-agresseurs et de leurs relations avec le manguier.

### III-2.2 Méthodes de travail utilisées

La réalisation de cette action passe principalement par l'expérimentation. Deux variétés ont été retenues dès l'origine du projet : Cogshall, mangue américaine de type export qui représente environ un quart du verger réunionnais, et José, mangue locale de type indienne, qui représente plus de la moitié du verger réunionnais. Ces deux variétés ont des caractéristiques agronomiques et de développement végétatif très différentes, ce qui en fait un bon choix d'étude. Un réseau de 8 parcelles expérimentales était prévu : 3 zones géographiques représentatives des zones de production de mangues (Saint-Pierre, Grand-Fond et St Paul), avec une parcelle de chaque variété dans chaque zone, sauf à Grand-Fond (2 parcelles par variété). Le CIRAD devait assurer les expérimentations sur 6 parcelles (3 zones), et l'ARMEFLHOR sur 2 parcelles à Grand-Fond. Il n'a pas été possible de trouver en 2007 une parcelle de la variété José sur laquelle travailler dans la région de Saint-Pierre, et une action corrective, validée en comité de pilotage début 2008, a été de ne pas alourdir les travaux en poursuivant la recherche d'une telle parcelle expérimentale. Le dispositif s'est donc composé de 7 parcelles.

Des résultats de travaux antérieurs du CIRAD suggèrent que deux pistes sont envisageables pour modifier la phénologie à l'échelle de l'arbre :

- une action sur la croissance végétative (défourchage) : les unités de croissance (UC) en position apicale ou latérale par rapport à l'UC qui les précède ont des potentialités différentes en termes de croissance végétative, de floraison et de fructification, et on suspecte un effet également sur les dates de floraison. Le défourchage consiste à sélectionner précocement des UC soit latérales, soit apicales, à chaque vague de croissance végétative, et à supprimer les autres. L'effet attendu est de modifier la proportion relative de ces deux types d'UC en maximisant le nombre d'UC apicales ou latérales terminales de l'arbre, qui sont susceptibles de fleurir, et de voir comment se comportent ces arbres par

rapport à des arbres témoins non défourchés présentant un mélange spontané d'UC apicales et latérales. En particulier, les effets attendus sont une concentration dans le temps de la floraison, une floraison et une fructification plus (UC apicales) ou moins (UC latérales) intenses, et éventuellement une synchronisation dans le temps des périodes de floraison.

- une action sur la floraison (suppression d'inflorescences) : la floraison se déroule à l'échelle de l'arbre en plusieurs vagues, généralement 2, espacées de 3 à 4 semaines. Si l'on supprime une de ces vagues de floraison, la floraison globale de l'arbre s'en trouvera concentrée dans le temps sur une seule vague de floraison. On en attend une récolte plus groupée, une croissance végétative l'année suivante plus groupée, qui induira elle-même une floraison plus groupée. Selon que l'on garde la première ou la seconde vague de floraison sur l'arbre, le cycle phénologique de l'arbre (récolte, croissance végétative, floraison) sera précoce ou tardif.

Ces hypothèses de travail ont été traduites en protocole opérationnel. Cinq traitements sont comparés :

- deux modalités de défourchage (UC apicales vs UC latérales)
- deux modalités de suppression d'inflorescences (floraison 1 vs floraison 2)
- un témoin qui n'est pas manipulé

Les deux facteurs (défourchage et suppression d'inflorescences) n'ont pas été croisés. Chaque traitement a été répété sur 5 arbres. Les 25 arbres par parcelle ont été repérés en début d'essai de façon à être les plus homogènes possibles (variables: circonférence du tronc, hauteur de la canopée). Les traitements ont été répartis de façon aléatoire entre les arbres choisis. Sur chaque arbre, un échantillon de 60 UC terminales a été repéré de façon aléatoire et étiqueté sur l'ensemble de la canopée au moment du repos végétatif en juin 2007, avant la floraison. La phénologie, l'occurrence et l'intensité de la floraison et de la fructification au cours des 2 cycles phénologiques suivis (2007-2008 et 2008-2009) ont été estimées pour chaque arbre à partir de ces UC en 2007 et de leurs descendances en 2008. Des variables caractérisant ces 60 UC de départ ont également été enregistrées (position, date de sortie, floraison en 2006).

Les semaines de débourrement des inflorescences et des UC végétatives sur les 60 UC échantillonnées par arbre en 2007, puis sur leurs descendants en 2008, ont été relevées en continu. On a également noté le nombre et la position (apicale vs latérale) des inflorescences et des nouvelles UC. La présence et le nombre de fruits par UC ont été relevés, ainsi que la date de récolte et le poids individuel de chaque fruit. Ces données permettent de représenter la phénologie de chaque arbre, et de caractériser en termes d'intensité la floraison, la fructification et la croissance végétative. Le rendement, nombre de fruits et poids total, a été mesuré pour chaque arbre (ensemble des fruits des UC suivies et non suivies). En lien avec l'action 3, la croissance de certains fruits a également été suivie par des mesures hebdomadaires. Les fruits provenant des UC suivies ont été analysés : taux de sucres et acidité.

En parallèle, des suivis des populations de ravageurs et des dégâts des bio-agresseurs ont été réalisés sur les arbres et parcelles suivis par le CIRAD par un VCAT financé par le projet. L'objectif est de mieux connaître les bio-agresseurs associés au manguier à La Réunion, de déterminer leur importance relative et leur variabilité entre variétés, parcelles et zones écologiques. Cette connaissance de base, actuellement pauvre et dispersée, est indispensable à la mise au point d'une démarche de production fruitière intégrée. Elle l'est d'autant plus à La Réunion, et dans les DOM en général, qu'une seule homologation d'usage existe sur manguier et que les pratiques phytosanitaires actuelles, identifiées par l'analyse des pratiques dans l'action 1, sortent en grande partie du cadre réglementaire. Ces suivis ont été réalisés en lien étroit avec la phénologie qui définit les périodes durant lesquelles des

stades sensibles du manguier sont présents sur les parcelles. Un des objectifs a été notamment de déterminer l'intérêt, par rapport aux bio-agresseurs, de concentrer dans le temps les phases sensibles (floraison, récolte, croissance végétative). La première année de suivi, sur le cycle phénologique 2007-2008 a permis de lister et de hiérarchiser les principaux bio-agresseurs du manguier. Ces travaux ont été poursuivis sur un second cycle phénologique, en 2008-2009, en parallèle au développement d'études plus ciblées sur un ravageur identifié comme majeur : la cécidomyie des fleurs. Ces études ont porté sur la mise au point de techniques de piégeage des larves et des adultes pour en suivre les populations en lien avec la phénologie du manguier, sur l'impact de l'intensité des attaques sur le fonctionnement hydraulique de l'inflorescence et sa capacité à fructifier, et sur la caractérisation du cycle biologique du ravageur et de facteurs susceptibles de l'affecter. L'objectif de ces études ciblées était de mieux connaître ce ravageur, son cycle et ses relations avec le manguier pour proposer des méthodes de protection alternatives à la protection chimique, peu efficace par ailleurs.

Des protocoles détaillés ont été rédigés pour la mise en place et le suivi de ces études.

### III-2.3 Organisation mise en place par le chef de file et chaque réalisateur : travail réalisé, moyens humains, matériels et financiers mobilisés

Les parcelles expérimentales chez les agriculteurs ont été identifiées par chaque partenaire de l'action (CIRAD et ARMEFHLOR). L'ARMEFHLOR a choisi un agriculteur de Grand-Fond chez lequel elle travaille habituellement. Le CIRAD s'est appuyé sur les connaissances des techniciens de la Chambre d'Agriculture pour identifier des agriculteurs avec lesquels travailler. Une parcelle expérimentale a également été retenue sur le CPEA de l'EPEFPA de Saint-Paul. Il n'a malheureusement pas été possible de trouver une parcelle expérimentale de la variété José dans la région de Saint-Pierre. Seule la variété Cogshall a donc été suivie dans cette zone.

Les protocoles ont été rédigés par le CIRAD, puis revus et commentés par les partenaires et différents spécialistes. Ils ont été appliqués par chaque partenaire de cette action sur les parcelles qu'il a en charge.

Chaque partenaire a affecté les moyens nécessaires au bon déroulement des expérimentations.

L'ARMEFHLOR y a affecté du temps d'ingénieur (Ignace Hoarau) et de technicien (Pascal Huet), ainsi que des déplacements.

Pour le CIRAD, le technicien qui suivait les expérimentations en 2007, Philippe Cabeu, n'a pas pu poursuivre ce travail en 2008 pour des raisons de santé (il a poursuivi son travail au sein du projet dans l'action 1, sur des actions moins éprouvantes physiquement). C'est la technicienne de l'équipe, Doralice Jessu, qui a poursuivi les expérimentations. Elle connaissait bien le terrain et les essais pour les appuis apportés en 2007. Son travail a consisté en la notation des dates de débourrement des nouvelles UC et la réalisation des défouichages sur les arbres concernés, en la notation de la nouaison par arbre peu avant la récolte, puis au suivi des récoltes. Elle a été épaulée dans les relevés par le chef de projet (Frédéric Normand), et par Emilie Serin, une technicienne embauchée en décembre 2008, pour la récolte 2008-2009 des fruits. Le suivi des essais s'est vite révélé plus lourd que prévu, d'où l'affectation d'une nouvelle technicienne et des temps de travaux globalement plus élevés que prévu initialement.

Comme prévu dans le projet, les suivis de la floraison au cours des deux cycles phénologiques ont été confiés à des ingénieurs stagiaires (stages de 6 mois effectués en

2007 et 2008 par Liliane Fabry et Lucile Lefebvre du Prey respectivement ; établissement d'origine : Agro ParisTech). Les deux stages ont consisté au relevé des dates de débourrement des inflorescences sur les UC suivies, à la mise en place des traitements de suppression d'inflorescences, à l'informatisation et la gestion des données, à l'analyse des résultats et à la rédaction d'un mémoire de stage. Ces stages ont été encadrés scientifiquement par le chef de projet (Frédéric Normand) et par Pierre-Eric Lauri de l'INRA Montpellier (contacts par téléphone ou messagerie et deux missions d'appui). Ils ont bénéficié de l'appui en statistiques de Claire Bissery (2007), puis de Thibault Saubusse (2008), VCATs en biostatistiques qui travaillaient alors sur la station de Bassin-Plat.

Les suivis des populations de ravageurs et des dégâts de bio-agresseurs ont été réalisés par Paul Amouroux, VCAT engagé par le CIRAD sur le projet début juin 2007 et qui a renouvelé son contrat pour 1 an à partir de juin 2008. La date d'embauche correspondait au repos végétatif des manguiers avant la floraison, ce qui lui a permis de se familiariser avec le matériel végétal et l'environnement et de rédiger les protocoles, afin d'être opérationnel pour démarrer les suivis dès le début de la floraison. Il a bénéficié des connaissances et conseils de Didier Vincenot, Chambre d'Agriculture, et des chercheurs CIRAD du Pôle de Protection des Plantes de Saint-Pierre, en particulier Serge Quilici et Jean-Philippe Deguine, entomologistes. Il a eu accès à différents matériels de ce Pôle pour mener à bien son travail. Les protocoles mis en place en 2007 ont été améliorés en 2008, notamment par la mise au point de pièges pour les adultes et les larves de la cécidomyie des fleurs, ce qui a permis de suivre en détail leurs populations. L'étude sur l'impact de la densité de larves dans l'inflorescence sur le fonctionnement hydraulique de cette dernière et sur sa fructification a reçu l'appui technique de Gaëlle Damour, VCAT sur l'action 3 à Bassin-Plat, qui maîtrise parfaitement les mesures de conductivité hydraulique.

Un véhicule de service a été dédié aux déplacements quasi-quotidiens en moyenne (techniciens, chercheur, stagiaires et VCAT) sur les parcelles, en particulier dans l'Ouest.

Les moyens financiers mis en œuvre pour cette action concernent du temps de travail (chercheur, ingénieur, techniciens, stagiaire et VCAT), des frais de déplacements, des frais d'entretien pour la parcelle expérimentale localisée au CPEA, l'achat de petit matériel, l'achat d'un ordinateur portable affecté à l'équipe CIRAD, et trois missions d'appui de Pierre-Eric Lauri de l'INRA Montpellier (2 co-encadrement de stage et une de synthèse sur les modes de conduite manguière).

### III-2.4 Etapes et calendrier

Les parcelles et les arbres pour les essais ont été identifiés au cours du mois de février 2007, au moment de la fin de la récolte. Les premiers défourchages ont été réalisés, sur les arbres concernés, sur les pousses végétatives qui ont suivi la récolte, et surtout le cyclone Gamède fin février 2007. Ils se sont poursuivis sur toutes les nouvelles vagues de croissance. Le repérage de l'échantillon de 60 UC de départ par arbre a été réalisé en juin 2007, au moment du repos végétatif précédant la floraison. Celle-ci a été suivie de fin juin à octobre. Les suppressions d'inflorescences ont principalement eu lieu entre juillet et septembre 2007. La nouaison a été déterminée sur les fruits verts proches de la récolte, en décembre 2007. Les récoltes se sont étalées de décembre 2007 à mars 2008. De nouvelles UC sont apparues dès la floraison, puis au cours de la croissance des fruits. Elles ont été défourchées sur les arbres concernés après avoir été notées.

Le même calendrier a été observé pour le second cycle phénologique : suivi de la croissance végétative et réalisation des défourchages sur les arbres considérés de septembre 2007 à mai 2008, suivi de la floraison et suppression d'inflorescences sur les arbres concernés de mai/juin à octobre 2008, relevé de la nouaison sur les fruits verts proches de la maturité en novembre 2008, suivi des récoltes de novembre 2008 à mars 2009. Cependant, face aux

temps de travail importants pour mener ces essais, priorité a été donnée en 2008 à la variété Cogshall. Les défouichages ont été réalisés comme prévu sur cette variété, mais ils n'ont pas été réalisés sur les deux parcelles de la variété José suivies par le CIRAD.

Le suivi des populations de ravageurs et de leurs dégâts est continu tout au long de l'année. Il s'est déroulé sur deux cycles phénologiques, de juin 2007 à fin mai 2009. Selon les périodes de l'année, priorité était donnée aux ravageurs des parties végétatives, de la floraison ou des fruits.

Le travail de validation de modes de conduite prévu pour l'action 2 s'est terminé avec la récolte 2008-2009, et le suivi des bio-agresseurs s'est terminé en mai 2009. Compte-tenu des résultats très intéressants obtenus en 2008, le protocole de validation a été reconduit pour un troisième cycle phénologique par le CIRAD, en dehors du projet, sur deux parcelles de la variété Cogshall, l'une à Grand-Fond, et l'autre sur la station de Bassin-Plat. Ces travaux complémentaires ne sont pas représentés dans le tableau ci-dessous.

Mois du projet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2007										2008												2009											
Défouichages *	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X									
Suppression inflos *					X	X	X										X	X	X															
Suivi croissance végétative	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Suivi floraison				X	X	X	X	X								X	X	X	X	X														
Suivi récolte										X	X	X	X									X	X	X	X									
Suivi bio-agresseurs et dégâts				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							

\* : sur les arbres concernés par ces traitements. Tous les autres relevés et suivis sont communs aux 25 arbres par parcelle.

### III-2.5 Résultats obtenus

#### Validation de modes de conduite innovants

Les conditions de réalisation des expérimentations n'ont pas été les mêmes en 2007 et en 2008, ce qui ne nous a pas permis d'avoir réellement deux années de répétition des expérimentations. En effet, nous avons dû pour chaque année ajuster le traitement des données de façon à en tirer le maximum d'informations, en tenant compte des contraintes biologiques ou statistiques que nous imposait la réalisation des essais.

En 2007, du fait de la date de démarrage du projet en pleine croissance végétative, les défouichages n'ont été réalisés qu'entre février-mars et mai 2007, et n'ont donc concerné que les unités de croissance (UC) apparues au cours de cette période. En conséquence, l'effet du défouichage sur le pourcentage d'UC apicales n'a pas été celui espéré en 2007 (cf ci-dessous), et l'interprétation des résultats n'a pas pu être faite à l'échelle du traitement.

De même, le nombre de 60 UC échantillonnées par arbre pour suivre la floraison en 2007 s'est révélé trop faible pour analyser par modélisation l'inattendu étalement de la floraison. Nous avons dû utiliser une autre méthode d'analyse, alors que les effectifs plus importants d'UC suivies en 2008 et la floraison plus abondante ont permis de modéliser les courbes de floraison et de travailler sur ces modèles en deuxième année. Des liens peuvent cependant être faits entre ces deux méthodes, favorisant ainsi la comparaison des données entre années.

*Vérification de l'effet des traitements sur la proportion d'unités de croissance apicales, et sur la synchronisation de la floraison*

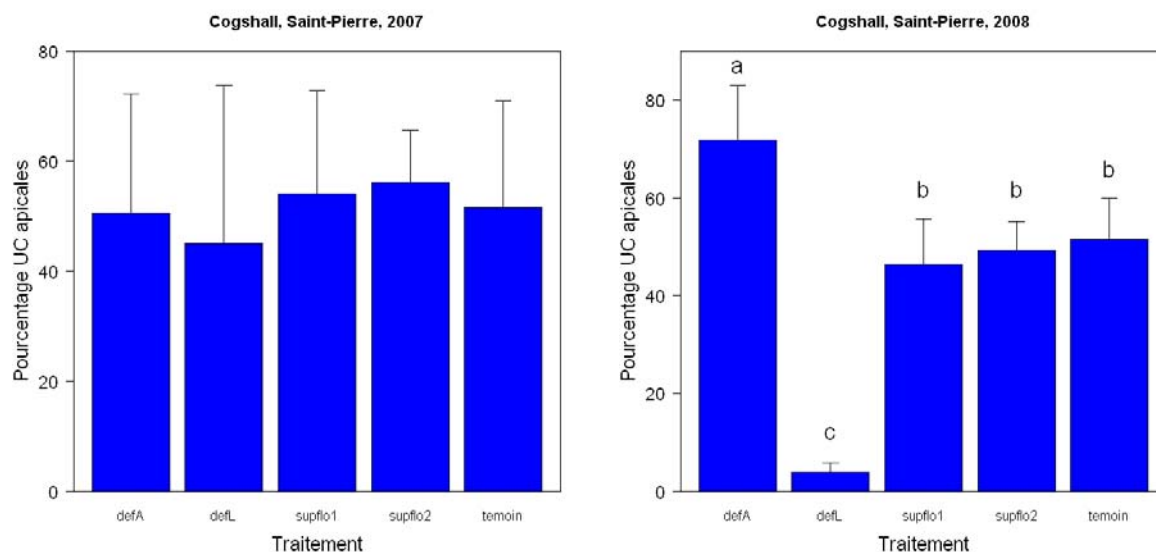
Une première étape a consisté à vérifier, pour chaque cycle phénologique, que l'effet attendu des défourchages et des suppressions d'inflorescences avait bien été obtenu, respectivement sur la proportion d'unités de croissance (UC) apicales des arbres, et sur la synchronisation de la floraison. Cette étape est indispensable pour l'analyse des effets du traitement sur la floraison, la fructification et la récolte à l'échelle de l'arbre.

Le défourchage

Pour vérifier l'effet du défourchage, on a comparé sur les arbres défourchés et sur les arbres témoins la proportion d'UC terminales en position apicale dans la population des UC échantillonnées au moment du repos végétatif avant la floraison. On s'attend à ce que cette proportion soit élevée pour les arbres ayant subi un défourchage apical (retrait des UC latérales) et faible pour les arbres ayant subi un défourchage latéral (retrait des UC apicales), avec un niveau intermédiaire pour les arbres témoins.

Les résultats obtenus en 2007 ne sont pas conformes à cette hiérarchie attendue (Fig 8), très probablement pour la raison évoquée précédemment de défourchage tardif dans la saison de croissance végétative. Il ne fallait donc pas s'attendre à obtenir un effet marqué des traitements de défourchage sur la floraison et la fructification en 2007 puisque les effets du défourchage sur la position des UC terminales des arbres n'ont pas été obtenus.

En 2008, les défourchages ne concernent que la variété Cogshall. Contrairement à 2007 où les résultats attendus en termes de défourchage n'avaient pu être atteints, le défourchage a significativement contrasté les proportions d'UC apicales entre les arbres défourchés en apical, en latéral, et les arbres témoin en 2008 (Fig 8). Sur les arbres témoins, les proportions d'UC apicales varient entre 52 et 65% selon les parcelles. Sur les arbres défourchés en apical, cette proportion monte à 72-89 %, alors qu'elle chute à 4-9 % sur les arbres défourchés en latéral. Les valeurs théoriques de 100 % et 0 % respectivement ne sont pas atteintes pour différentes raisons, mais les écarts entre les traitements et par rapport au témoin non défourché sont importants et significatifs. Il est donc possible d'étudier l'effet du défourchage sur le cycle reproducteur à l'échelle de l'arbre, contrairement à ce qui avait été fait en 2007. Cela est lié à la mise en œuvre du défourchage dès les premières pousses végétatives qui ont accompagné la floraison ou la croissance des fruits en 2007, et sa poursuite au cours de la saison de croissance végétative début 2008.

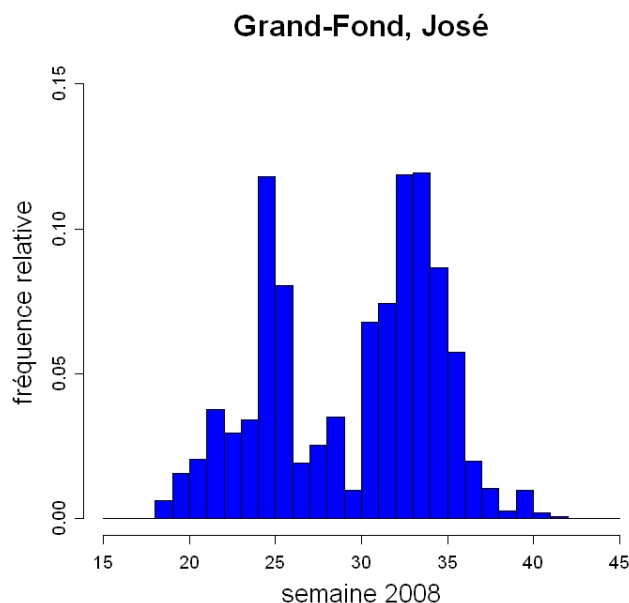


**Figure 8.** Pourcentages (moyenne et écart type) d'unités de croissance en position apicale au moment du repos avant floraison sur la parcelle de Saint-Pierre, variété Cogshall, en fonction des traitements appliqués en 2007 et en 2008.

### La suppression des inflorescences

La suppression des inflorescences a été mise en œuvre sur les deux variétés étudiées au cours des deux cycles phénologiques. Mis à part sur la jeune parcelle de la variété Cogshall du CIRAD à Saint-Pierre pour laquelle les deux années ont montré une floraison importante, les floraisons ont été moyennes en 2007 et importantes en 2008 sur l'ensemble des parcelles âgées suivies dans l'Ouest.

La floraison a été très étalée sur l'ensemble des 25 arbres suivis par parcelle, allant jusqu'à 5 mois entre la première et la dernière apparition d'inflorescence (Fig 9). Elle s'est déroulée en 2 ou 3 vagues de floraison plus ou moins étalées et distantes dans le temps. A l'échelle de l'arbre, la floraison s'est déroulée en 1 à 2 vagues. Les effets attendus par la suppression des inflorescences ont bien été obtenus. Sur les parcelles de l'Ouest, âgées, la floraison à l'échelle de chaque arbre s'est généralement déroulée en deux pics espacés de plusieurs semaines. L'un des deux pics a été supprimé, concentrant ainsi la floraison sur le pic restant. Sur quelques arbres, la floraison était spontanément concentrée sur un seul pic. Sur la parcelle de Saint-Pierre, plus jeune, deux pics de floraison rapprochés, avec environ 10 jours d'écart, ont été observés. Dans le cas des arbres ne présentant qu'un seul pic de floraison, la suppression d'inflorescences a diminué la dispersion de la floraison sur l'arbre.



**Figure 9.** Déroulement de la floraison en 2008 sur les 25 plants suivis sur la parcelle de la variété José à Grand-Fond

#### *Effet des traitements sur la floraison et la fructification (cv Cogshall)*

##### Le défourchage

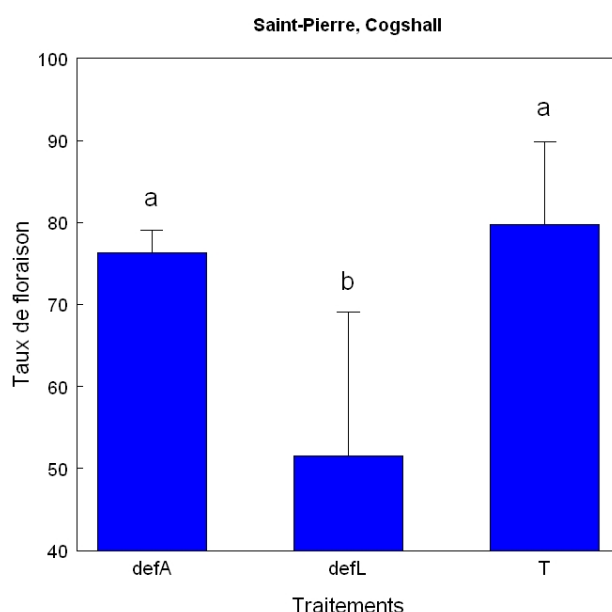
En 2007, pour les raisons expliquées précédemment, on ne s'attendait à observer un effet marqué du défourchage sur la floraison et la fructification à l'échelle de l'arbre. En effet, il n'a pas été observé d'effet du défourchage, à l'échelle de l'arbre, sur la probabilité de floraison des UC, sur le nombre d'inflorescences par UC ayant fleuri, ni sur la probabilité de fructification des UC ayant fleuri. Par contre, lorsque l'on s'intéresse à l'effet des caractéristiques des UC terminales sur les paramètres de floraison et de fructification, on retrouve, sur la variété Cogshall, des résultats obtenus en milieu contrôlé et qui ont conduit à imaginer ces modes de conduite :

- les UC terminales en position apicale ont une plus forte probabilité de floraison, et un plus grand nombre d'inflorescences par UC, que celles en position latérale.
- la probabilité de floraison d'une UC terminale dépend de son âge : plus elle est jeune et moins elle a de chances de fleurir. Les probabilités de floraison sont élevées pour les UC apparues en 2006, et pour celles apparues en 2007 jusqu'aux semaines 8 à 10 (début mars). La probabilité de floraison chute ensuite pour les UC apparues plus tard et devient nulle pour les UC apparues en semaine 12 (fin mars, Cogshall Grand-Fond) à 17 (fin avril, Cogshall Saint Pierre)
- les UC terminales en position apicale qui ont fleuri ont une plus forte probabilité de fructification que celles en position latérale. Il n'a pas été observé d'effet sur le nombre de fruits noué par UC.

Ces résultats confirment donc dans d'autres écologies et d'autres conditions de culture des résultats obtenus en milieu contrôlé à Saint-Pierre sur Cogshall. Pour José, des effets significatifs apparaissent, mais pas de façon systématique sur les deux parcelles analysées jusqu'à présent. Cela suggère un effet variétal sur les relations entre position de l'UC terminale et floraison et fructification.



En 2008, les données ont pu être analysées à l'échelle de l'arbre et donc du traitement pour les raisons évoquées précédemment. Le taux de floraison des arbres défourchés en latéral a diminué de façon significative par rapport aux arbres des autres traitements (-30 à -50%) sur les trois parcelles de la variété Cogshall suivies (Fig 10). Par contre, il n'a pas augmenté comme attendu de façon significative sur les arbres défourchés en apical. On peut rapprocher ce résultat de l'écart plus important de la proportion d'UC apicales entre les arbres témoins et les arbres défourchés en latéral qu'entre les arbres témoins et ceux défourchés en apical (cf Fig 8). Il montre alors que la probabilité de floraison plus faible des UC en position latérale par rapport à celles en position apicale se traduit à l'échelle de l'arbre par un taux de floraison plus faible lorsqu'il y a peu d'UC apicales.

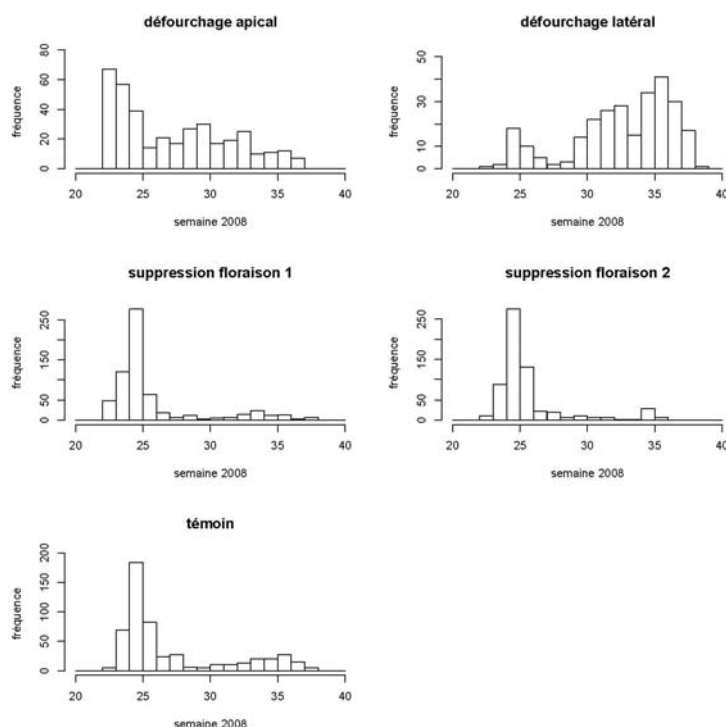


**Figure 10.** Effet du traitement de défourchage sur le taux de floraison de la variété Cogshall à Saint-Pierre en 2008.

Le traitement de défourchage a également eu un effet significatif sur le nombre d'inflorescences par UC qui était plus élevé sur les arbres défourchés en apical, du moins sur les arbres les plus jeunes. Ainsi, sur la parcelle la plus jeune du réseau, à Saint-Pierre, le nombre d'inflorescences par UC était de 3.4 pour les arbres défourchés en apical, contre 1.7 et 1.5 pour les arbres témoins et défourchés en latéral respectivement. A Grand-Fond, ces chiffres étaient respectivement de 2.0, 1.5 et 1.2, avec la première valeur significativement différente des deux autres. Sur la parcelle du CPEA, la plus âgée, une différence subsiste entre les traitements, mais n'est pas significative (1.6, 1.3 et 1.4 respectivement).

Au niveau temporel, c'est-à-dire du déroulement de la floraison, on s'attendait à ce que les arbres défourchés aient des floraisons plus synchrones grâce à une population d'UC plus homogène en terme de position relative, apicale ou latérale (hypothèse sous-jacente : la

position relative de l'UC a un effet sur sa date de floraison). Les résultats obtenus en 2008 montrent que ce n'est pas le cas (Fig 11). Au contraire, c'est souvent sur ces traitements que la floraison est la plus étalée. A l'exception de la parcelle de Saint-Pierre où la floraison des arbres défourchés est relativement concentrée sur un seul pic. Par contre, il apparaît clairement que les arbres défourchés en latéral fleurissent plus tardivement que les autres, avec un retard de 2 à 10 semaines par rapport aux arbres témoins. Soit leur seul pic de floraison est tardif (Saint-Pierre), soit la floraison est majoritairement concentrée sur le second pic de floraison (Grand-Fond et Saint-Paul).



**Figure 11.** Effet des traitements en 2007 (suppressions de floraison) et en 2008 (défourchages) sur le déroulement de la floraison 2008 sur les arbres suivis de la parcelle de la variété Cogshall à Grand-Fond.

L'effet du défourchage sur le taux de fructification n'a pu être analysé qu'à Saint-Pierre pour le moment. Contrairement aux attentes, il n'apparaît pas de différence significative entre les taux de nouaison moyen par arbre de chaque traitement, malgré une valeur plus faible pour les arbres défourchés en latéral (0.09, contre 0.16 et 0.14 respectivement pour les arbres défourchés en apical et les arbres témoins). Les taux de fructification sont très faibles sur cette parcelle en 2008 par rapport aux valeurs de 2007 (environ 0.30), et particulièrement variables pour les arbres défourchés en apical.

#### La suppression des inflorescences

Les résultats présentés ici sont ceux de 2008, obtenus sur une floraison plus importante que celle de 2007, et qui permettent d'appréhender l'effet de la suppression des inflorescences une année sur le déroulement de la floraison l'année suivante. On s'attendait à ce que les traitements de suppression de floraison de 2007 aient un effet positif sur la synchronisation de la floraison de ces arbres en 2008. Les résultats ne montrent pas un effet significatif (Fig 11), bien que sur certaines parcelles, la floraison de ces arbres (avant suppression

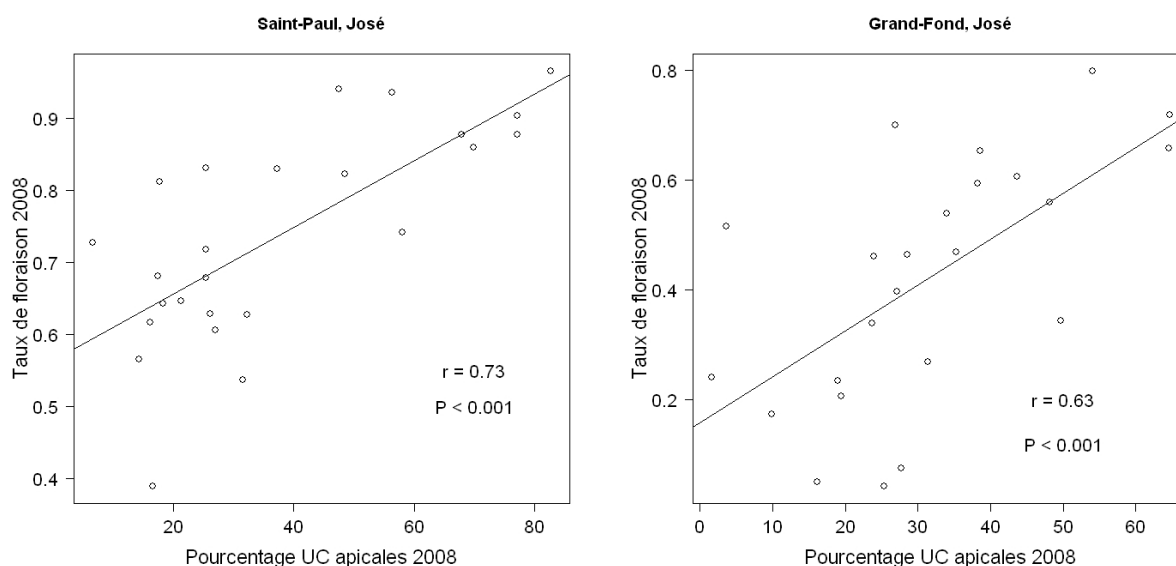
d'inflorescences) a été la plus synchrone. Une analyse plus fine incluant des données de la croissance végétative est nécessaire et sera réalisée une fois toutes les données informatisées.

L'effet de la modification du déroulement de la floraison par suppression d'inflorescences sur le déroulement de la récolte n'a pas encore pu être analysé. Il le sera dans les mois à venir.

#### *Et la variété José ?*

Sur les deux parcelles de la variété José suivies par le CIRAD, les défouichages n'ont pas été réalisés en 2008 par manque de temps, mais les suppressions d'inflorescences ont été faites. Les taux de floraison ont été analysés à l'échelle de l'arbre, pour chaque traitement (bien que les défouichages n'aient pas été faits). Il n'apparaît pas de différence significative du taux de floraison entre les traitements sur chaque parcelle, mais une très grande variabilité de ce taux entre les arbres. Deux hypothèses ont été testées pour expliquer cette forte variabilité :

- soit elle est la conséquence d'une forte variabilité de la production de chaque arbre en 2007. José étant une variété alternante, on peut s'attendre à ce que les arbres ayant bien produit en 2007 fleurissent peu en 2008.
- soit elle est la conséquence d'une forte variabilité entre arbres de la proportion d'UC apicales susceptibles de fleurir. Cette hypothèse implique que les UC apicales et latérales ont des comportements florifères différents chez José, ce qui a été vérifié par ailleurs<sup>3</sup>.



**Figure 12.** Relations entre le pourcentage d'unités de croissance terminales en position apicale et le taux de floraison à l'échelle de l'arbre en 2008 sur les parcelles de la variété José à Grand-Fond et Saint-Paul.

<sup>3</sup> Normand F., Pambo Bello A. K, Trotter C. and Lauri P.-É. 2009. Is axis position within tree architecture a determinant of axis morphology, branching, flowering and fruiting? An essay in mango. *Annals of Botany*, 103: 1325-1336.

Les résultats montrent sur les deux parcelles de Grand-Fond et Saint-Paul que la proportion d'UC apicales de chaque arbre est très variable (1.6 à 69.2% à Grand-Fond et 6.6 à 82.7% à Saint-Paul) et contribue de façon significative à expliquer la variabilité du taux de floraison 2008 (Fig 12). Ce dernier est par contre sans relation avec la charge en fruits de 2007. Ce résultat montre que la proportion d'UC apicales de l'arbre peut être très variable, et conforte, pour la variété José, le fait que cette proportion influence le taux de floraison à l'échelle de l'arbre.

L'analyse des données relatives à la variété José n'est pas terminée (taux de fructification, récoltes, croissance végétative) et va se poursuivre dans les mois qui viennent afin de compléter les conclusions de ces expérimentations.

#### *La production par arbre : effets du traitement, de l'année, du site et de la variété*

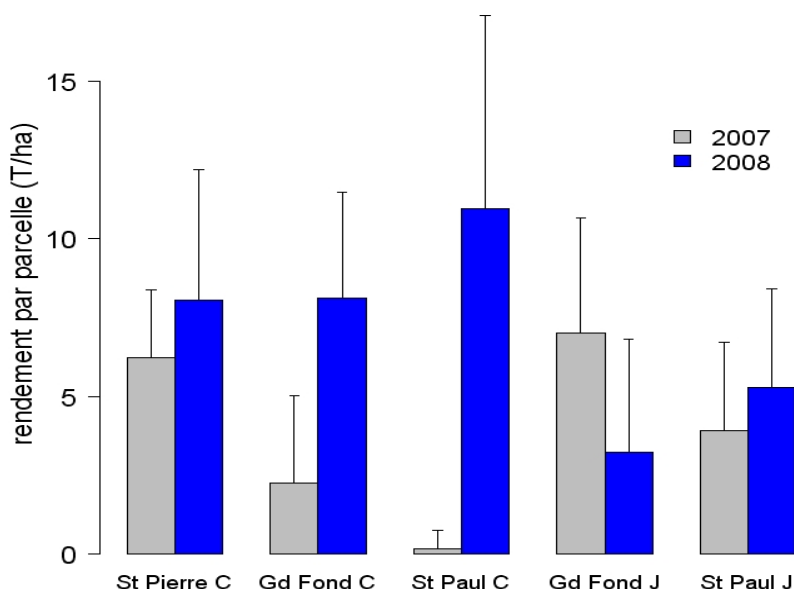
Parallèlement aux analyses précédentes qui visaient à valider des hypothèses sur le fonctionnement du manguier et leur application à la conduite de la culture, la production a été enregistrée en 2007 et 2008 sur chaque arbre suivi, ce qui nous permet d'analyser cette variable d'importance pour les producteurs à différentes échelles : le traitement, le site et la variété.

A l'échelle des traitements, il n'apparaît pas d'effet significatif du traitement sur la production par arbre (nombre de fruits, poids total des fruits, poids moyen par fruit), sauf pour la variété José à Grand-Fond en 2007 et la variété Cogshall à Saint-Pierre en 2008. Dans le premier cas, les arbres du traitement défourché latéral avaient significativement produit moins de fruits que ceux des autres traitements (avec les précautions liées à 2007 concernant le défourchage, cf précédemment). Ces fruits étaient par contre significativement plus gros, ce qui n'a pas entraîné de différence de rendement entre les arbres défourchés latéral et les arbres des autres traitements. Dans le second cas, à Saint-Pierre en 2008, les arbres défourchés, en apical et en latéral, ont produit moins de fruits que ceux des autres traitements. Malgré des poids individuels plus importants, le rendement par arbre est significativement plus faible sur les arbres de ces deux traitements. Ce résultat est probablement lié en partie au nombre beaucoup plus faible d'UC terminales susceptibles de fleurir et fructifier sur les arbres défourchés par rapport aux autres qui ont eu une croissance végétative active entre les deux floraisons 2007 et 2008.

Il apparaît donc que si les caractéristiques de la floraison peuvent être affectées par des facteurs architecturaux comme la position des UC terminales, la fructification semble dépendante d'autres facteurs que nous n'avons pas considérés ici. Ce qui conduit à cette absence quasi générale d'effet des traitements sur la production par arbre.

Les effets de l'année, du site et de la variété sur la production par arbre sont synthétisés sur la figure 13 qui représente le rendement moyen, transformé en T/ha sur la base de 278 arbres/ha, des arbres témoin sur chaque site et chaque année. Pour la variété Cogshall, on observe sur les parcelles âgées de Grand-Fond et Saint-Paul un motif d'alternance de production très clair, synchrone entre les deux parcelles. Ce motif s'est poursuivi en 2009 avec une récolte faible sur ces parcelles (nulle à Saint-Paul). A l'opposé, les rendements de la jeune parcelle de Saint-Pierre augmentent régulièrement, ce qui correspond à la phase d'entrée en production des arbres (ce sont leurs première et deuxième productions respectivement). Le motif d'alternance du rendement apparaîtra plus tard, vers la cinquième année de production. Pour la variété José, on observe aussi un motif d'alternance de production, moins marqué que pour Cogshall, et non synchrone entre les deux parcelles de

Grand-Fond et Saint-Paul. Quels que soient la variété, l'année et le site, les rendements sont très variables entre les arbres comme en attestent les écarts-types autour de la moyenne.



**Figure 13.** Rendement (moyenne et écart-type) des arbres témoins sur les différentes parcelles expérimentales en 2007 et 2008. Le rendement a été ramené en T/ha sur la base d'une densité de plantation de 278 arbres/ha. C = Cogshall, J = José

A notre connaissance, ces données représentent pour la première fois une mesure fiable du rendement de vergers de manguiers à La Réunion. D'une façon globale, les rendements moyens sur les deux années sont faibles, 6 T/ha pour Cogshall et 4.9 T/ha pour José. Ces chiffres sont cependant à relativiser du fait du faible nombre d'années et de parcelles considérées. Ils cachent une forte variabilité interannuelle et par parcelle.

#### *Validation de modes de conduite : conclusions*

Une conséquence majeure du projet et des suivis détaillés de la phénologie et du rendement en milieu réel a été de donner une image plus nette des réalités de la production de mangues à La Réunion. Les problèmes, remontés par la profession, sur lesquels nous avons choisis de travailler sont bien réels et ont pu être quantifiés :

- un grand étalement de la floraison dans le temps : de 19 à 100 jours sur un arbre, et de 70 à 153 jours (5 mois !) sur une parcelle ;
- un grand étalement de la maturité des fruits (stade de récolte) : de 19 à 83 jours sur un arbre, et de 69 à 127 jours sur une parcelle ;
- une alternance de production pouvant être très marquée sur certaines parcelles ;
- des rendements très moyens et surtout très variables entre sites et entre arbres.

Un des objectifs de ces expérimentations était d'obtenir une large gamme de pourcentage d'UC terminales apicales sur les arbres afin d'en évaluer l'impact sur la floraison et la fructification. Cet objectif a été atteint en deuxième année sur la variété Cogshall grâce à des défourchages initiés dès le début de la croissance végétative. Sur la variété José, non défourchée en deuxième année, il est apparu de façon naturelle une très grande variabilité naturelle de ce pourcentage.

Les résultats obtenus sur les variétés Cogshall et José peuvent être synthétisés de la façon suivante. Par rapport à la floraison et la fructification, le défourchage :

- a un effet marqué sur l'intensité de la floraison ;
- ne concentre pas la floraison dans le temps, mais a plutôt tendance à l'étaler ;
- peut retarder la floraison (défourchage latéral) ;
- n'a pas d'effet sur l'intensité de la fructification ;
- n'a pas d'effet sur le rendement, sauf sur de jeunes plants.

Ces résultats montrent l'importance de la position relative des UC terminales sur la floraison du manguier. Leur répartition entre UC apicales et latérales modifie le comportement reproducteur de l'arbre et le déroulement de la floraison. C'est un paramètre architectural qui pourrait jouer un rôle non négligeable dans le phénomène d'alternance de floraison du manguier, et qu'il faudrait arriver à maîtriser par des opérations techniques adaptées. D'autres facteurs ont aussi un rôle dans le déterminisme de la floraison et ils seront appréhendés dans la suite de l'analyse des données. Il apparaît que la position relative des UC terminales joue un rôle moins marqué sur la fructification, qui est probablement liée à d'autres facteurs qui restent à préciser.

Vu l'intérêt des résultats, les expérimentations ont été poursuivies par le CIRAD en 2009, hors projet, sur deux parcelles de la variété Cogshall (Saint-Pierre et Grand-Fond) pour une troisième année.

Les résultats des suppressions d'inflorescences obtenus sur les variétés Cogshall et José peuvent être synthétisés de la façon suivante. La suppression des inflorescences d'une vague de floraison :

- concentre la floraison dans le temps ;
- peut favoriser une floraison tardive, commercialement intéressante mais climatiquement plus risquée ;
- n'a pas d'effet sur le rendement.

Les retombées des suppressions d'inflorescences restent à affiner et compléter en approfondissant le traitement des données. Il est en effet indispensable de prendre en compte pour cela la croissance végétative et l'âge des UC. Or ces données sont nombreuses et complexes et il reste beaucoup de travail à réaliser. Une piste d'analyse de ces données sera par exemple de préciser les effets de la synchronisation de la floraison sur le déroulement de la récolte, de la croissance végétative et de la floraison ultérieures.

Les enseignements tirés de ces expérimentations amènent à des préconisations pratiques pour les producteurs. La suppression des inflorescences est une piste intéressante pour limiter l'étalement de la floraison, et *a priori* celui de la récolte, permettant de récolter des fruits de maturité et de qualité plus homogènes (voir résultats de l'action 3). C'est une méthode qui est à appliquer de façon différenciée (précoce vs tardive) au verger de manguier de façon à conserver un étalement de la production, mais entre des groupes d'arbres proches, synchrones et de même précocité. Cette technique est aisée à mettre en

œuvre. Elle nécessite cependant quelques précautions, notamment de s'assurer que la vague de floraison que l'on souhaite conserver est bien présente et suffisante avant de supprimer l'autre. Ces suppressions doivent avoir lieu au moment des vagues de floraison afin d'obtenir un effet positif sur la fructification de la floraison conservée. On peut enfin essayer de déclencher la pousse florifère de façon synchrone, par exemple avec une reprise brutale de l'irrigation, mais en étant sûr que l'induction florale, liée aux températures fraîches, a été réalisée.

Le défouillage est une technique longue et coûteuse à mettre en œuvre. Il vaut mieux chercher à modifier la proportion d'UC terminales apicales par une conduite adaptée du manguier. On propose pour cela de favoriser une croissance végétative précoce et synchrone, par exemple par un apport d'azote dès la seconde moitié de la récolte, et de réduire la charge en fruits dès la nouaison les années de forte production.

Ces recommandations sont reprises dans le Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.

## Populations des ravageurs et dégâts des bio-agresseurs du manguier

Les observations réalisées durant deux cycles phénologiques sur les cinq parcelles de validation de modes de conduite, dans différentes zones écologiques, ont montré que dans les conditions climatiques de ces cycles, les maladies fongiques (oïdium, anthracnose) et bactériennes (bactériose) n'avaient en général pas une forte incidence sur le développement du manguier et sur la production. Parmi ces maladies, seul l'oïdium peut causer des dégâts non négligeables sur la floraison dans certaines parcelles. Le traitement au soufre, autorisé en agriculture biologique mais en cours d'étude pour une homologation sur manguier, est efficace en préventif.

Les résultats de ces suivis se concentrent donc surtout sur les ravageurs. Ils ont permis d'identifier 13 ravageurs principaux, présentés dans le tableau 2. La plupart de ces ravageurs ont un impact limité sur le manguier et la production, alors que d'autres ont une importance économique majeure du fait des pertes de production, pouvant être totales, qu'ils entraînent. Ces ravageurs majeurs sont la cécidomyie des fleurs, la punaise verte, les mouches des fruits et dans une moindre mesure la cécidomyie des feuilles.

Partie attaquée	Ravageur	Nom scientifique
Floraison	Cécidomyie des fleurs	<i>Procontarinia mangiferae</i>
Floraison	Punaise verte	<i>Orthops palus</i>
Floraison	Thrips	<i>Scirtothrips aurantii</i>
Floraison	Thrips	<i>Selenothrips rubrocinctus</i>
Fruits	Mouche des fruits	<i>Bactrocera zonata</i>
Fruits	Mouche des fruits	<i>Ceratitis rosa</i>
Fruits	Mouche des fruits	<i>Ceratitis capitata</i>
Parties végétatives	Cécidomyie des feuilles	<i>Procontarinia matteiana</i>
Parties végétatives	Cochenille	<i>Icerya seychellarum</i>
Parties végétatives	Cochenille	<i>Coccus mangiferae</i>
Parties végétatives	Cochenille	<i>Aulacaspis tubercularis</i>
Parties végétatives	Cochenille	<i>Pseudoanidia trilobitiformis</i>
Parties végétatives	Cochenille	<i>Ceroplastes sp.</i>

**Tableau 2.** Principaux ravageurs identifiés sur manguier à La Réunion

Les résultats présentés ici se concentrent sur ces ravageurs majeurs. Des données sur l'ensemble des bio-agresseurs du manguier relevés dans cette étude et sur les moyens de protection figurent dans le Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.

#### *Un ravageur des parties végétatives aériennes : la cécidomyie des feuilles*

Ce petit diptère (2 mm) pond sur les jeunes feuilles de manguier en cours de croissance, pendant des stades phénologiques bien précis déterminés au cours de ce travail. Les larves pénètrent dans le limbe de la feuille par sa face inférieure, et il se forme une galle autour d'elle. La période larvaire et la nymphose se déroulent ainsi à l'intérieur de la feuille. L'adulte en émerge et a une durée de vie très courte, le temps de la reproduction. De fortes attaques, caractérisées par une densité de galles élevée sur les feuilles et parfois la présence de galles sur le pédoncule et la jeune unité de croissance, entraînent la chute des feuilles et le dessèchement de l'unité de croissance. Les galles sont aussi des voies d'entrée pour des maladies fongiques (anthracnose) et la bactériose. La chute des feuilles entraîne une perte de surface foliaire, ce qui contribue à limiter l'assimilation carbonée de l'arbre. Des densités élevées de galles sur les unités de croissance, pédoncules et feuilles, affectent de plus probablement le fonctionnement hydraulique de ces organes, et indirectement l'assimilation carbonée.

Le cycle biologique de ce ravageur est peu connu. Les travaux se sont concentrés sur la détermination du stade sensible des feuilles, et sur la dynamique d'apparition des dégâts (galles) au cours du temps sur les différentes périodes de croissance végétative. Pour chaque semaine avec des débourrements végétatifs, 6 unités de croissance sont échantillonnées au hasard par arbre. La densité de galle sur cet arbre et cette semaine de débourrement est estimée en moyennant sur 18 feuilles (3 feuilles sur chacune des 6 unités de croissance) le nombre de galles comptées sur 4 cm<sup>2</sup>.

L'évolution de la densité de galles de cécidomyie des feuilles en fonction de la semaine d'apparition des unités de croissance début 2007 montre un pic marqué en début d'année dans l'Ouest (semaine 8 au CPEA et 11 à Grand-Fond) sur la variété Cogshall. Les niveaux d'attaque ont toujours été très bas à Saint-Pierre, probablement en rapport avec le caractère venté de cette région (les cécidomyies sont de toutes petites mouches, donc sensibles au vent). Ce pic d'attaque apparaît 3 à 4 semaines après la première vague de croissance végétative de chaque parcelle. Des résultats obtenus à Grand-Fond suggèrent que les cécidomyies adultes sont peu mobiles, et que les attaques sur une parcelle sont surtout dues à des populations de cécidomyies présentes, à l'état larvaire latent, dans les feuilles des arbres sur la parcelle. Ce pourrait être le démarrage de la croissance végétative qui induit la reprise du développement des larves et l'émergence des adultes qui vont pondre sur les jeunes feuilles, 3 à 4 semaines après cette reprise. Pour la variété José, les feuilles ont été très attaquées à Grand-Fond, et beaucoup moins à Saint-Paul. Comme pour la variété Cogshall à Saint-Pierre, cette parcelle est dans un endroit venté.

Des différences significatives de l'évolution de la densité de galles au cours du temps sont observées entre 2007 et 2008. Par exemple, sur la parcelle de Cogshall de Grand-Fond, la densité de galles en 2007 connaît une semaine de pic avec une valeur moyenne supérieure à 5 galles par cm<sup>2</sup>. A l'opposé, en 2008, la densité moyenne fluctue peu et reste à un niveau plus faible (autour de 1,5 galles par cm<sup>2</sup>) mais relativement constant pendant les 10 premières semaines de l'année. Ces variations sont à relier en partie à la phénologie des arbres. En 2007, la croissance végétative avait été très concentrée sur une à deux semaines. En 2008, la croissance végétative a été plus diffuse et étalée dans le temps, entraînant des attaques réparties chronologiquement. Un autre facteur pourrait expliquer cette différence ; l'existence de variations interannuelles dues à des fluctuations des populations en fonction de la disponibilité de jeunes feuilles lors de l'émergence des adultes.



### *Les ravageurs de la floraison*

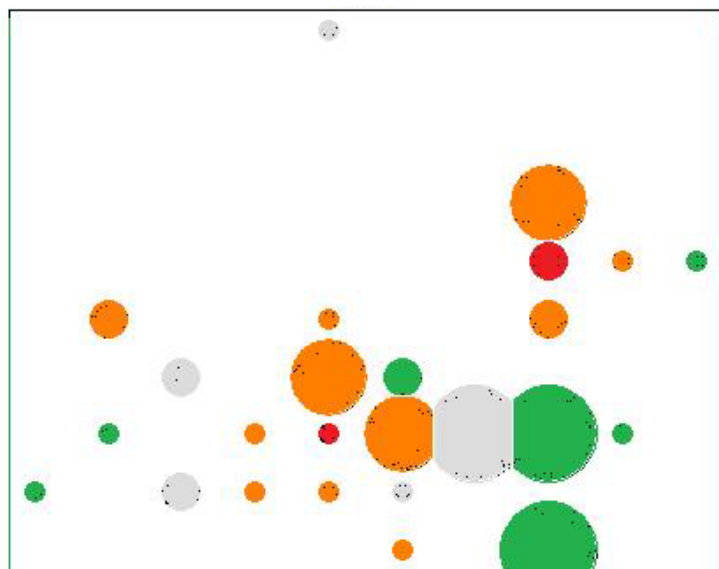
Parmi les ravageurs de la floraison, deux, la cécidomyie des fleurs et la punaise verte, sont capables de détruire entièrement la floraison en quelques jours, entraînant une perte totale de production si une nouvelle floraison n'apparaît pas ensuite. Cela a justifié de concentrer les travaux sur ces deux espèces.

#### La punaise verte

La punaise verte est un ravageur du manguier qui n'est décrit pour le moment qu'à La Réunion. Dans d'autres pays, il a été identifié sur d'autres espèces, ce qui montre la polyphagie de ce ravageur. Les adultes se reproduisent sur les inflorescences, contribuant ainsi à l'augmentation des populations. Adultes et larves sont mobiles et se nourrissent de la sève en piquant les inflorescences. En cas de population importante, une inflorescence se dessèche en quelques jours.

Un usage est homologué contre la punaise verte, et des travaux précédents de la Chambre d'Agriculture avaient conduit à proposer une méthode de comptage du ravageur, avec un seuil de nuisibilité, pour raisonner les traitements. Les travaux réalisés sur la punaise verte dans ce projet ont consisté à suivre les populations sur les arbres de différentes parcelles tout au long de la floraison, afin de mieux cerner la dynamique d'évolution des populations, à l'échelle de l'arbre et de la parcelle, en lien avec différents facteurs, et d'évaluer l'impact de traitements réalisés par les producteurs.

Le niveau de présence et l'évolution des populations de punaises varient fortement d'un arbre à l'autre sur une même parcelle, en relation probable avec le déroulement de la floraison (source de nourriture) sur chaque arbre (Fig 14). Certaines parcelles ont connu de fortes populations de punaise (Cogshall Grand-Fond), alors que d'autres non (Cogshall Saint-Pierre). L'efficacité des traitements appliqués ne semble pas très bonne et très limitée dans le temps.

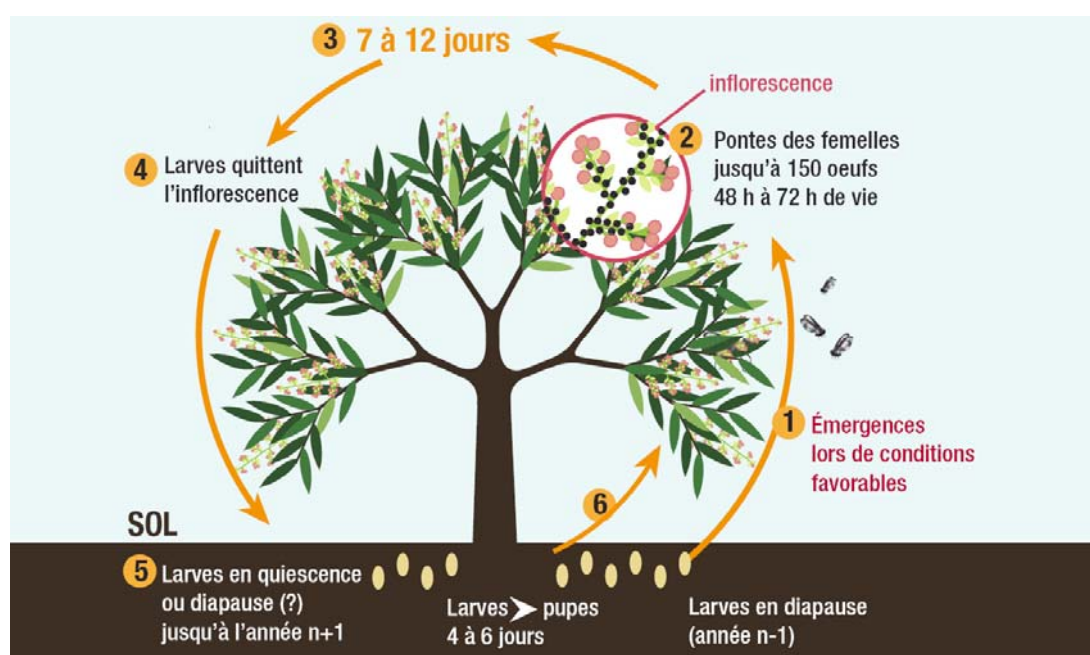


**Figure 14.** Relations, à une date donnée, entre la quantité de punaises vertes (couleur) et l'intensité de la floraison (taille du cercle) par arbre sur les 25 arbres suivis dans le verger de la variété José à Saint-Paul.

L'étude dynamique de ces graphiques au cours du temps permet de mettre en évidence les relations entre populations de punaises et floraison du manguier.

### La cécidomyie des fleurs

Ce petit diptère (2 mm), est inféodé au manguier. Des recherches bibliographiques et les résultats de terrain ont permis de préciser le cycle biologique de ce ravageur majeur (Fig 15). La femelle pond des œufs à la surface des jeunes inflorescences en débourrement, ou des boutons floraux sur les inflorescences déjà développées. La larve pénètre dans ces organes jeunes, rachis de l'inflorescence ou bouton floral, et s'y développe en forant une cavité (Figs 16 et 17). Au bout de 7 à 12 jours, la larve s'éjecte de l'organe et tombe au sol où elle s'enfouit. Là, soit elle termine son cycle et un nouvel adulte émerge au bout de 4 à 6 jours, soit elle entre en diapause jusqu'à l'année suivante. Les adultes, très sensibles aux facteurs environnementaux, ont une durée de vie courte, 2 à 3 jours consacrés à la reproduction.



**Figure 15.** Cycle biologique de la cécidomyie des fleurs du manguier.

Une densité importante de larves dans le rachis d'une jeune inflorescence en croissance entraîne son dessèchement rapide, avant même qu'une seule fleur se soit ouverte. Une floraison peut ainsi être complètement détruite en quelques jours sur une parcelle. Les dégâts sur boutons floraux, durant la floraison effective, sont moins graves car quelques boutons floraux détruits sur la grande quantité présente sur une inflorescence n'a pas un impact marqué sur la fructification. Ces caractéristiques ont conduit, lors de la construction du plan ECOPHYTODOM 2018, à considérer ce ravageur comme le 2<sup>ème</sup> ravageur d'importance du manguier et le 6<sup>ème</sup> de la filière fruit à La Réunion.



**Figure 16.** Galles de cécidomyies des fleurs du manguier sur le rachis principal d'une inflorescence.

Photo : Paul Amouroux, CIRAD



**Figure 17.** Cavité creusée par une jeune larve de cécidomyie des fleurs du manguier dans le rachis principal d'une inflorescence.

Photo : Antoine Franck, CIRAD

Il n'existe pas d'usage homologué contre ce ravageur, et les traitements réalisés par les producteurs sont le plus souvent peu efficaces, en lien probablement avec la protection physique dont bénéficie la larve dans les organes attaqués et dans le sol. Les adultes sont plus exposés, mais invisibles et à durée de vie très courte, les traitements sont faits en aveugle.

Parallèlement au suivi des dégâts au cours du temps (comptage hebdomadaire du nombre de galles sur un échantillon d'inflorescences par arbre, du stade de développement et de l'état de ces inflorescences), des travaux spécifiques ont été conduits afin de répondre aux attentes des producteurs sur ce ravageur : développement de pièges pour capturer les larves et les adultes et mieux connaître ainsi la dynamique des populations, en lien avec la phénologie des arbres ; impact de la densité de galles sur la fonctionnement hydraulique de l'inflorescence et sa capacité à fructifier

Pour capturer les adultes émergeant du sol et suivre la dynamique d'émergence, un piège de type malais modifié a été conçu. Les adultes proviennent de larves ou de pupes présents dans le sol depuis la floraison de l'année précédente. Pour chacune des deux parcelles de Grand-Fond qui ont été équipées, trois pièges malais modifiés ont été installés sous la canopée des arbres. Les émergences montrent une synchronisation des pics d'émergence entre les deux parcelles mais elles sont cependant étalées tout au long de la floraison.

Un collecteur de larves en forme d'entonnoir a été conçu et placé sous les arbres pour suivre la dynamique de chute des larves. Pour chacune des 4 parcelles suivies de Saint-Paul et de Grand-Fond, un minimum de 2 arbres a été échantillonné avec 4 pièges entonnoir sous la frondaison des arbres. Un piège placé à 1 mètre à l'extérieur de la frondaison a permis de confirmer que les larves ne chutent qu'à l'aplomb des arbres. Trois pics successifs de chute de larves ont été observés par parcelle pendant la floraison. D'autres chutes interviennent plus tardivement mais avec des effectifs faibles. Pour un même secteur, Grand-Fond d'un côté et Saint-Paul de l'autre, les chutes sont synchronisées entre les parcelles, mais un décalage est observé entre les deux secteurs. La raison principale semble en être le

décalage de la floraison entre les secteurs. En effet, la présence et la chute de larves sont entièrement liées à la présence d'inflorescences, le stade sensible, dans les manguiers. Il existe un lien très fort entre cette espèce et sa plante-hôte. Toutefois, en fin de floraison, quelques chutes de larves ont été attribuées à des attaques sur des bourgeons végétatifs encore non différenciés.

Enfin, nous avons évalué l'impact du nombre de galles sur les inflorescences depuis la floraison jusqu'à la fructification : d'abord sur la survie des bourgeons floraux, puis sur la conductivité des vaisseaux du xylème des inflorescences au stade de la pleine floraison, et enfin sur le poids des fruits à la récolte. Les résultats obtenus montrent que les galles de cécidomyie des fleurs ont un impact considérable sur la survie des inflorescences et particulièrement sur les stades précoces. La sensibilité des inflorescences aux galles de cécidomyie des fleurs diminue ensuite. La présence de galles modifie la conductivité des vaisseaux du xylème des inflorescences. Plus la densité de galles est importante le long du rachis principal, plus la conductivité hydraulique diminue. Ce peut être un facteur qui contribue à réduire la capacité de fructification de l'inflorescence. Par contre, à la récolte, les fruits portés par des inflorescences sans galle et par des inflorescences infestées ne montrent pas de différence significative de poids.

En conclusion, les jeunes stades de développement des inflorescences doivent être surveillés et protégés de manière efficace pour permettre une floraison et une récolte. Actuellement, aucune méthode de protection, chimique ou non, ne permet de protéger efficacement la floraison du manguiers contre la cécidomyie des fleurs. Des travaux complémentaires sont indispensables pour mettre au point des méthodes de protection non chimiques efficaces. Une voie prometteuse est la rupture du cycle biologique du ravageur au niveau de l'interface air-sol par des moyens agronomiques.

#### *Les ravageurs des fruits : les mouches des fruits*

Trois espèces principales de mouches des fruits sont présentes à La Réunion. Deux se trouvent sur l'île depuis la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle, *Ceratitis rosa* et *C. capitata*. *Bactrocera zonata* est arrivée dans l'île plus récemment, en 1991. Les mouches des fruits sont des ravageurs majeurs des productions fruitières et elles ont été considérées comme 1<sup>er</sup> ravageur de la filière fruits à La Réunion lors de la construction du plan ECOPHYTOM DOM 2018. Les partenaires réunionnais mènent depuis de nombreuses années des travaux sur la biologie de ces ravageurs et la mise au point de méthodes de lutte, notamment sur *C. rosa* et *C. capitata*. Des méthodes de lutte raisonnée ont ainsi été mises en place. Le recul est moins important pour *B. zonata* qui a été introduite plus récemment dans l'île.

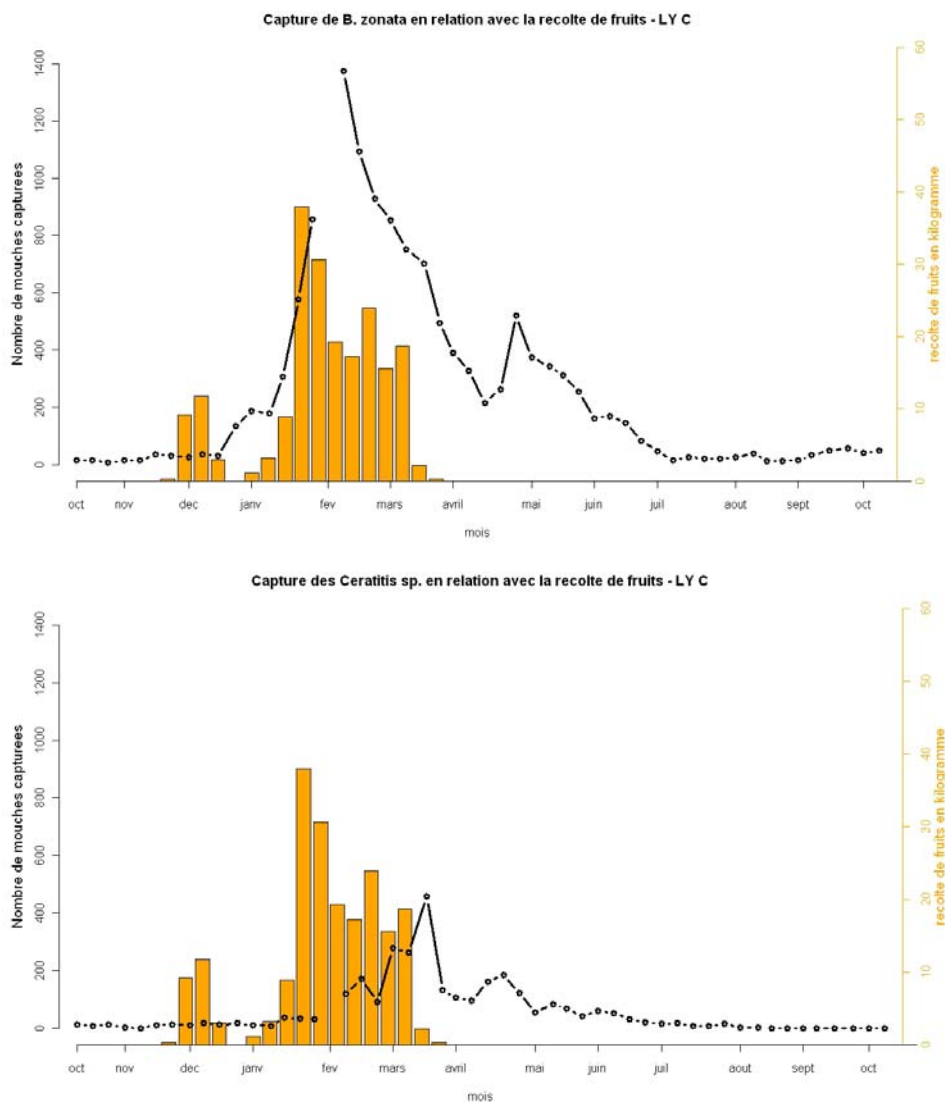
Le cycle et les dégâts des mouches des fruits, bien connus, ne sont pas présentés ici.

La dynamique des populations de ces trois espèces a été suivie par piégeage sexuel et alimentaire pendant deux années complètes sur les 5 parcelles suivies pour les expérimentations. L'objectif était de mieux connaître ces dynamiques, en lien avec l'espèce et la phénologie des manguiers : niveaux maximaux de population, évolution au cours de la récolte, présence de populations en dehors des périodes de récolte, ...

Lors de la récolte 2007-2008, les piégeages ont montré un développement important des populations de *B. zonata* dès l'apparition des premiers fruits mûrs. Les niveaux de population atteints sont très élevés, 1500 mouches/piège/semaine, sans commune mesure avec ceux observés pour les autres espèces de mouche, le plus souvent en dessous du seuil de traitement de 25 mouches/piège/semaine (Fig 18). Les populations de *Ceratitis* sp. ont augmenté durant les mois de janvier à mai, indépendamment de la présence de fruits mûrs sur la parcelle. Les mêmes tendances ont été notées lors de la récolte 2008-2009 : forts niveaux de population de *B. zonata* et développement de ces populations dès l'apparition

des premiers fruits mûrs, alors que les populations de *Ceratitis* sp restent à des niveaux inférieurs au seuil de traitement existant pour ces espèces, avec un développement plus lié aux facteurs de l'environnement (pluviométrie notamment) qu'à la seule présence de fruits dans les parcelles.

La récupération et l'élevage de pupes issues de fruits piqués montrent que *B. zonata* est responsable de la majeure partie des dégâts sur les fruits.



**Figure 18.** Evolution des populations de mouches des fruits (*Bactrocera zonata* en haut et *Ceratitiss rosa + capitata* en bas) en relation avec le déroulement de la récolte 2007-2008 sur la parcelle de la variété Cogshall suivie à Grand-Fond.

En conclusion, il apparaît que *B. zonata* a pris la place des deux espèces de *Ceratitis* dans les vergers de manguiers, avec un développement massif de leur population dès l'apparition des premiers fruits mûrs. Cette espèce est aussi responsable des dégâts causés aux fruits. Le développement de méthode de protection contre les mouches des fruits en verger de manguiers devra donc être dirigé de façon prioritaire vers *B. zonata* : piégeage de masse, traitements par tâche, ....

#### *Bio-agresseurs du manguiers : conclusions*

Les bio-agresseurs du manguiers peuvent se diviser en deux groupes : les généralistes et les spécialistes. D'un côté, les ravageurs généralistes non inféodés au manguiers comme les mouches des fruits sont étudiés depuis de nombreuses années. Ainsi, toute une gamme de méthode de lutte chimique et alternative existe et est adaptée aux conditions locales (multiplication de parasitoïdes, piégeage de masse par attractif spécifique, etc.). Il reste cependant à les valider en verger de manguiers. D'un autre côté, les ravageurs spécialistes tels que la cécidomyie des fleurs ne sont pas étudiés malgré les pertes substantielles qu'ils engendrent. Cette étude a, entre autres, permis d'apporter de nouvelles connaissances sur ces ravageurs spécifiques. Enfin, l'absence d'homologation de matière active sur manguiers est un frein pour l'amélioration générale de la qualité des productions.

#### III-2.6 Indicateurs de suivi

- Rédaction et validation des protocoles de validation de modes de conduite du manguiers ;
- Mise en place et suivi des expérimentations
- Réalisation de deux stages d'ingénieur de 6 mois chacun ;
- Mise en œuvre de trois missions d'appui de Pierre-Eric Lauri, INRA Montpellier ;
- Restitution des résultats des expérimentations à travers différents supports.

#### III-2.7 Indicateurs d'évaluation

- Protocoles des expérimentations ;
- Mémoires de stage de Liliane Fabry et de Lucile Lefebvre du Prey sur l'influence de manipulations de la floraison et de la croissance végétative sur la floraison et la fructification de deux variétés de manguiers à la Réunion ;
- Restitution des résultats de l'action 2, partiels et en fin de projet, devant différents comités techniques et de pilotage.

### III-3. **Action 3** : Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues

Responsable : Jacques Joas, CIRAD

Partenaires : CIRAD, ARMEFLHOR, CPEA, agriculteurs

#### III-3.1 Rappel des objectifs attendus

Trois objectifs sont fixés pour cette action, correspondant à trois tâches :

**Tâche 1** : Valider un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non mûrs, afin d'améliorer l'homogénéité des lots de fruit ;

**Tâche 2** : Vérifier l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots, afin de garantir un délai raisonnable de mise en marché ;

**Tâche 3** : Adapter le conditionnement à la mise en marché, afin de favoriser la commercialisation.

#### III-3.2 Méthodes de travail utilisées

##### **Tâche 1 : Valider un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non mûrs**

Cette partie du projet a été structurée de la façon suivante :

*Suivi non destructif de la maturation et de l'évolution de la fluorescence de la chlorophylle de l'épicarpe des mangues sur l'arbre.*

Deux variétés ont été étudiées : Cogshall, pour laquelle un critère de fluorescence a été déterminé par ailleurs et semble présenter un intérêt, et José, mangue emblématique de la Réunion, mais pour laquelle aucun critère n'existe.

Pour la variété Cogshall, un seuil de fluorescence a été testé dans le but de valider cette mesure de fluorescence comme un indicateur de récolte sur la base de la maturité vraie du fruit. Les fruits récoltés ont été suivis en post récolte.

En l'absence de données sur la mangue José, une première étape a consisté à caractériser de manière non destructive l'évolution de la maturation (teneurs internes en éthylène et CO<sub>2</sub>) et des paramètres de fluorescence de la chlorophylle de l'épicarpe de mangues pour lesquelles les conditions de croissance sont contrastées (rapport feuilles/fruit, position du fruit dans la canopée, ...).

La mesure de fluorescence de la chlorophylle se fait traditionnellement après un temps d'acclimatation à l'obscurité de la zone de mesure (au minimum 2 heures). L'objectif étant de disposer d'un système simple de mesure, la relation entre une mesure de fluorescence après acclimatation à l'obscurité et une mesure directe (sans mise à l'obscurité) a été étudiée.

### *Suivi de la maturation post récolte en fonction du stade de maturité*

Pour la variété Cogshall, les lots de fruits échantillonnés ont été soit conservés et mûris à 20 °C, soit conservés à 10°C pendant 14 jours puis transférés pour mûrir à 20 °C.

Pour la variété José, dont le comportement post récolte est encore peu connu, le suivi de la maturation post récolte des fruits a été engagé pour des stades de récolte commercialement acceptables et stockés à 20 °C.

Pour les deux variétés, chaque année, quelques fruits ont été récoltés au stade mûrissant sur l'arbre. Ils sont analysés pour servir de référentiel qualité pour chaque saison d'expérimentation.

En moyenne, chaque année, 80 fruits ont été suivis individuellement au verger (phase de croissance) puis après la récolte, avec des mesures non destructives ou destructives à différents niveaux de maturation.

### *Evaluation de l'impact des nouveaux modes de conduite visant à un meilleur contrôle de la phénologie (éclaircissage sélectif d'inflorescences, cf action 2) sur la qualité des fruits.*

Cette évaluation a été réalisée en confrontant les analyses de certains indicateurs simples de la qualité visuelle (aspect extérieur et calibre du fruit) et gustative (extrait sec soluble, acidité titrable et teneur en matière sèche de la pulpe) mesurés sur des mangues issues de ces modes de conduites à celles des mangues d'arbres témoins conduits classiquement (lien avec les expérimentations de l'action 2).

### *Dans le cadre de la validation de la mesure de fluorescence comme critère de récolte, des suivis complémentaires ont été réalisés, pour compléter les séquences initialement prévues avec comme objectifs :*

- comparer l'homogénéité de maturation de mangues Cogshall provenant d'une récolte sur la base de critères empiriques (forme des épaules, couleur de la panicule, ...) à celle de mangues récoltées sur la base de leur niveau de fluorescence.

- disposer d'environ 300 fruits de maturité homogène, évalués sur la base de leur niveau de fluorescence de la chlorophylle, pour la réalisation des tâches 2 et 3 de cette action.

### **Tâche 2 : Vérifier l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots**

A un niveau expérimental, des cires ont été testées : une cire polyéthylène (PE), autorisée par la législation, qui n'a qu'une action sur la perméabilité à la vapeur d'eau et deux mélanges de cires polyéthylène/shellac à des concentrations différentes. La cire de type shellac a une action sur la perméabilité aux gaz et bien qu'elle ne soit pas autorisée actuellement pour les mangues produites en France, elle l'est pour d'autres pays. L'objectif est de mesurer son incidence sur les échanges O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, entre le fruit et l'atmosphère ambiante et au-delà sur l'évolution en maturation des fruits.



Ces tests d'enrobage ont été réalisés afin de vérifier :

- si, pour un stade de récolte proche de la maturité (comme le permet la récolte basée sur la mesure de fluorescence) les cires peuvent avoir une incidence sur la vitesse de maturation ;

- si, en conservation au froid, la régulation des pertes en poids par la cire PE peut avoir un impact significatif sur la qualité globale des fruits après leur transfert à 20 °C.

Pour cela différentes analyses ont été réalisées sur fruits entiers (intensité respiratoire, dégagement d'éthylène) et après destruction (teneurs en sucres, profils aromatiques...).

Outre ces essais conduits au laboratoire du CIRAD, un essai sur une plus grande quantité de fruits a été réalisé dans les locaux de l'ARMEFLHOR. Seule la cire autorisée par la législation (cire polyéthylène), a été testée sur un lot de fruits récoltés, comme indiqué précédemment dans la tâche 1, puis conservé en chambre froide (une semaine à 15 °C).

Différentes observations ont été réalisées (poids, fermeté, maturité des fruits...).

### **Tâche 3 : Adapter le conditionnement à la mise en marché**

Cette approche a été réalisée en deux temps :

- une enquête a été réalisée avec les différents acteurs de la filière mangue, aussi bien sur le marché local que métropolitain. L'objectif était de faire un état des lieux sur la qualité des fruits reçus, mais aussi de connaître les itinéraires techniques de mise en marché ;

- les attentes en termes de conditionnement ont été définies afin de mettre au point un conditionnement mieux adapté à la commercialisation de la mangue, tant pour le marché local que pour l'export.

Des contacts ont par la suite été pris avec des fournisseurs d'emballage afin de disposer de différents types de conditionnement utilisables pour la mangue et correspondant aux attentes des acteurs de la filière.

#### III-3.3 Organisation mise en place par le chef de file et chaque réalisateur : travail réalisé, moyens humains, matériels et financiers mobilisés

##### **CIRAD :**

2007-2008: Acquisition d'un lyophilisateur de pailasse, recrutement d'un VCAT (Volontaire Civil à l'Aide Technique) en octobre 2007 pour un an, révision des modules de stockage de laboratoires (mini chambres froides), achat des consommables (produits, verrerie, tubes prélèvement gaz, ...) pour les analyses biochimiques et enzymatiques, et pour les mesures au champ.

2008-2009: Volet "critère de récolte" : Le travail de mise en place, de suivi des expérimentations et de traitement des données de la tâche 1 a mobilisé une équipe composée d'un chercheur (2 mois) et d'un technicien (2 mois). Un véhicule de service a été dédié aux déplacements (techniciens, chercheur et VCAT) soit au niveau des parcelles d'essai, dans le Sud et l'Ouest de l'île, soit au laboratoire d'analyse de la qualité et la maturation des fruits dans le Nord (2 mois).

Cette équipe a été renforcée par le recrutement d'un VCAT (Volontaire Civil à l'Aide Technique) à partir du mois d'août 2008 pour un an. Il est impliqué dans le suivi des expérimentations qui ont lieu au cours de la saison 2008-2009 dans les différents vergers de manguiers où sont testés les différents modes de conduite. Les suivis réalisés concernent la croissance et la maturation des fruits, et l'analyse de critères de qualité des fruits. Parallèlement aux suivis et à l'acquisition des données, le VCAT a en charge une partie de la gestion des données et leur mise en forme.

Volet "validation du critère de récolte et conservation" : dans le prolongement de l'action débutée en 2007, un VCAT a été recruté en octobre 2008 pour un an, pour les analyses de laboratoires. Les besoins en consommables ont également été complétés (produits, verrerie, tubes prélèvement gaz, ...) pour les mesures au champ et les analyses de laboratoire.

#### **ARMEFLHOR :**

2007 : Acquisition de deux chambres froides, réalisation des enquêtes sur le marché de Rungis et sur le marché local

2008 : Acquisition de différents lots de barquettes (3 et 6 fruits) afin de répondre à la demande des acteurs locaux de la filière mangue.

### III-3.4 Etapes et calendrier

#### **CIRAD**

- Juin 2007 : commande lyophilisateur
- Juillet-Août 2007 : suivi floraison et marquage rameaux
- Octobre 2007 : recrutement VCAT post récolte
- Novembre-Décembre 2007: suivis non-destructif au champ, préparation matériel, contrôle et mise à jour protocoles analytiques
- Janvier-Septembre 2008 : récolte et traitement des fruits, analyses physico chimiques, traitement des données
- Août 2008 : recrutement VCAAt pré récolte
- Octobre 2008 : recrutement VCAT2 post récolte
- Juillet-Août 2008 : suivi floraison et marquage rameaux
- Novembre-Décembre 2008: suivis non-destructif au champ, préparation matériel, contrôle et mise à jour protocoles analytiques, récolte et traitement des fruits et début des analyses physico-chimiques des fruits récoltés.
- Janvier-Septembre 2009 : fin de récolte et de traitement des fruits, analyses physico chimiques, traitement des données.

#### **ARMEFLHOR**

- Juillet 2007 : commande des chambres froides

- Septembre 2007 : début de l'enquête locale auprès des acteurs de la filière.
- Octobre 2007 : enquête sur la filière de commercialisation sur le marché de Rungis et en région parisienne (10 jours)
- Novembre 2007 : contact avec la Cartonnerie Réunionnaise pour une réflexion sur un type d'emballage adapté à la mangue export
- Décembre 2007–Janvier 2008 : livraison et installation des chambres froides
- Janvier à Octobre 2008 : rencontre des principaux acteurs du marché local de la mangue (Centrale d'Achat, grossiste, GMS...)
- Novembre 2008 : acquisition des barquettes
- Décembre-Janvier 2008 : mise en marché des mangues conditionnées en barquette et enquête au niveau des consommateurs

Mois du projet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2007										2008											2009												
<b>Cirad</b>																																		
Pré récolte-verger					X	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X	X												
Post récolte-labo											X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<b>Armefflor</b>																																		
Enquêtes							X	X	X		X		X		X			X																
Chambres-essais					X					X	X											X	X											

### III-3.5 Résultats obtenus

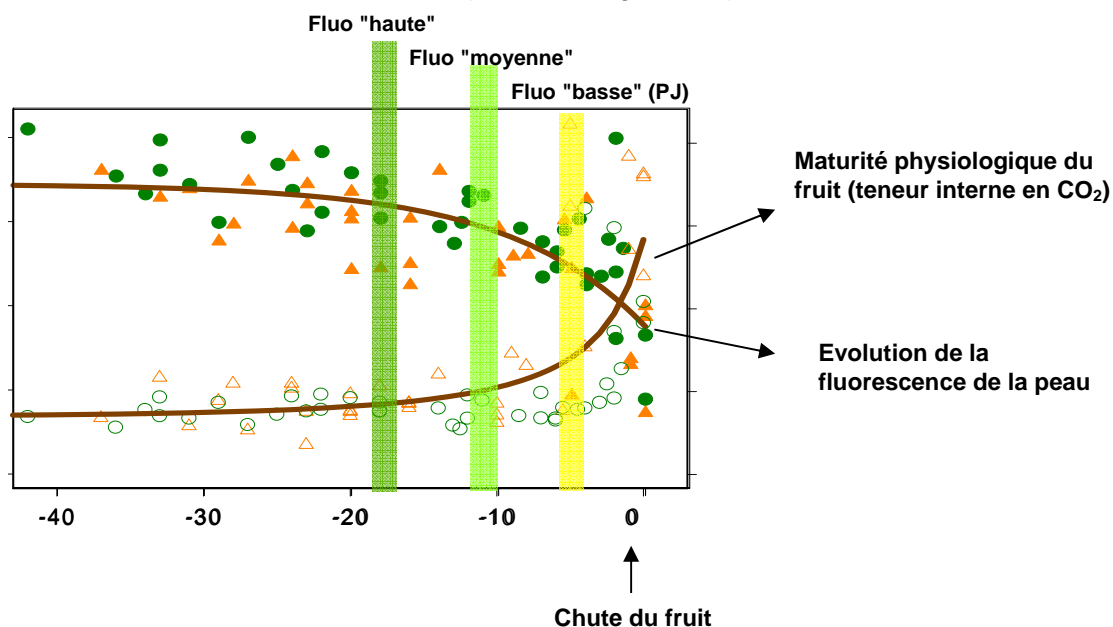
#### **Tâche 1 : Valider un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non mûrs.**

*Suivi non destructif de la maturation et de l'évolution de la fluorescence de la chlorophylle au champ.*

Une première étape a consisté à caractériser de manière non destructive l'évolution de la maturation (mesures des teneurs internes en éthylène et en dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>) et des paramètres de fluorescence de la chlorophylle de la peau du fruit, F<sub>o</sub> (fluorescence minimale), F<sub>m</sub> (fluorescence maximale), F<sub>v</sub> (F<sub>m</sub>-F<sub>o</sub>) (fluorescence variable) et F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> (efficacité photochimique du photosystème II). Les conditions de croissance des fruits étaient contrastées (rapport feuilles/fruit, position du fruit dans la canopée ...). Ces mesures réalisées sur deux années consécutives montrent que pour les fruits verts (entre 25 et 12 jours avant la chute du fruit), tous les paramètres de fluorescence restent à peu près constants. La courbe obtenue s'infléchit ensuite, car ces paramètres décroissent lentement dans un premier temps entre 10 et 5 jours avant la chute du fruit, puis la courbe présente une chute brutale, car ces paramètres déclinent rapidement jusqu'à ce que le fruit tombe de l'arbre. En parallèle, les teneurs internes en éthylène et CO<sub>2</sub> augmentent (cf figure 19).

Il est important de souligner que les paramètres de fluorescence, F<sub>o</sub>, F<sub>m</sub> et F<sub>v</sub>, commencent à diminuer avant le changement visible de couleur de la peau du fruit et donc avant l'entrée en maturation du fruit. La relation empirique établie entre F<sub>v</sub> (ou F<sub>o</sub>, ou F<sub>m</sub>) et la teneur interne en CO<sub>2</sub> nous permet d'affirmer que la crise climactérique du fruit commence sur l'arbre, et que l'évolution de ces paramètres de fluorescence reflète bien l'évolution du stade de maturité de la mangue sur l'arbre.

Pour la variété Cogshall, le suivi non destructif a consisté à mesurer au 2/3 de la saison de croissance des fruits (100-110 jours après la pleine floraison) les paramètres de fluorescence de la chlorophylle de la peau du fruit, de manière à évaluer si on retrouve les mêmes valeurs optimales que les années précédentes pour les mêmes niveaux de maturité mesurés (teneurs internes en éthylène et en dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>) sur fruits verts. Les fruits récoltés ont été suivis en post-récolte et la qualité finale obtenue est présentée par la suite. Ce seuil est maintenant identifié pour le verger d'expérimentation où il a été testé.



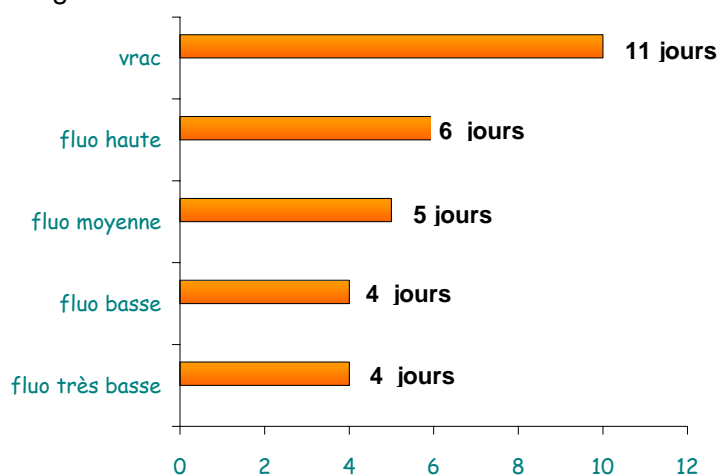
**Figure 19.** Relation fluorescence/maturité

Pour la variété José, nous n'avons pas suivi les fruits à partir de la floraison (l'objectif étant de vérifier en priorité si la mesure de fluorescence est applicable aussi sur cette variété, dont la décoloration est moins nette que celle de la variété Cogshall lors de la maturation). Les paramètres de fluorescence ont donc été mesurés une fois la croissance des fruits atteinte. Le suivi non destructif de la maturation des fruits et de l'évolution des paramètres de fluorescence de la chlorophylle pour la variété 'José' a permis de montrer que cet indicateur de la maturité vraie du fruit évolue avant le changement de couleur de la peau du fruit (passage du vert au jaune) et donc avant l'entrée en maturation du fruit. La mesure de fluorescence est donc un descripteur pertinent pour estimer le stade de maturité de la variété José. L'essai reconduit en 2008 pour coupler fluorescence au champ et évolution post récolte a posé quelques problèmes liés à une attaque assez forte de mouches de fruits au champ, et les fruits après récolte n'ont pu être analysés après la récolte.

Nous avons également observé que les paramètres de fluorescence pour José sont inférieurs à ceux estimés pour la variété Cogshall, traduisant des différences de teneur en chlorophylle contenue dans la peau des fruits. Ces différences ne constituent pas un handicap pour utiliser la mesure de fluorescence, car des profils spécifiques peuvent être établis par variété.

### *Comparer une récolte empirique à une récolte par mesure de fluorescence*

Dans le cadre de ce projet de validation de la technique de fluorescence, une expérimentation a été menée pour comparer l'homogénéité de maturation de mangues Cogshall provenant d'une récolte sur la base de critères empiriques (forme des épaules, couleur de la panicule, ...) à celle de mangues récoltées sur la base de leur niveau de fluorescence. 20 kg de fruits destinés à la commercialisation ont été récoltés par un exploitant. Les fruits ont ensuite été reclassés en 3 lots en fonction de leur valeur de fluorescence. Le niveau de fluorescence des fruits du lot médian correspond au seuil de fluorescence conseillé pour une récolte de mangues Cogshall. Après la récolte les fruits ont été placés à 20°C. La vitesse de maturation a été notée en observant l'apparition de la couleur jaune sur le fruit, critère visuel confirmant que la maturation du fruit est enclenchée. Les résultats montrent que l'entrée en maturation des fruits d'une récolte sur la base de critères empiriques est étalée sur 11 jours après la récolte (écart entre le premier fruit qui mûrit et le dernier fruit qui mûrit, Figure 20). Pour les fruits classés par valeur de fluorescence, l'étalement de la maturation correspondant au seuil de fluorescence préconisé est ramené à 5 jours. Ces observations confirment l'homogénéité de la maturation des mangues récoltées sur la base de leur niveau de fluorescence.



**Figure 20.** Délai entre le premier fruit qui mûrit et le dernier fruit qui mûrit pour un lot non classé (vrac) ou classé selon différents niveaux de fluorescence.

### *Simplifier la technique de mesure*

La mesure de fluorescence doit se faire sur une zone acclimatée à l'obscurité (au minimum 2 heures), ce qui est un frein pour une mise en œuvre de terrain. Un suivi non destructif de la fluorescence de la chlorophylle mesurée par deux méthodes a été réalisé dans le but de proposer une mesure directe qui ne nécessite pas ce temps d'acclimatation de la zone de mesure à l'obscurité. Ce suivi a eu lieu pendant un mois sur 37 fruits jusqu'à ce que les fruits soient mûrs et chutent de l'arbre. Une corrélation a été établie entre les valeurs obtenues par les deux techniques de mesure ( $r^2 = 0.72$ ), montrant qu'il est possible de simplifier la méthode.

### *Influence du mode de conduite sur la qualité de la mangue*

Cette expérimentation a permis de quantifier la variabilité de la qualité de la mangue sur le bassin de production allant de Saint Pierre à Saint Paul à partir des données obtenues sur les différents vergers étudiés dans ce projet (récoltes de déc. 2007 à fév. 2008).

Il a été possible de mettre en évidence la forte hétérogénéité de la qualité des fruits mûrs. Les calibres de la mangue José varient de 75 à 375 g, avec un fruit moyen d'environ 200g,

alors que ceux de la mangue Cogshall varient entre 225 et 575 g pour un fruit moyen d'environ 375 g. La qualité gustative est de même extrêmement variable pour les autres critères étudiés (extrait sec soluble et acidité titrable). On observe également que la mangue José est nettement plus sucrée et moins acide que la mangue Cogshall.

Un deuxième point fort est qu'il existe pour chacune des deux variétés un gradient de qualité entre les fruits récoltés à Saint Pierre et ceux récoltés à Saint Paul, la situation de Grand Fond (Saint Gilles) étant intermédiaire. Ainsi on observe que les fruits récoltés dans l'Ouest sont plus sucrés que ceux récoltés dans le Sud, quelle que soit la variété étudiée. Des hypothèses peuvent être émises pour expliquer ces différences, comme par exemple les conditions climatiques (il fait plus chaud et il y a une plus faible pluviométrie dans le Nord Ouest que dans le Sud) au cours de la croissance des fruits, ou encore les conditions agronomiques liées à l'itinéraire technique propre à chaque agriculteur (avec la gestion de l'irrigation qui peut varier par exemple).

Ces résultats ont été confirmés au cours de la saison 2008-2009, où à nouveau des différences significatives de qualité des fruits murs sont observées entre les vergers d'où proviennent les mangues. Les situations pédo-climatiques ou agronomiques ont un impact sur l'élaboration de la qualité de la mangue et évaluer cet impact peut s'avérer utile pour le choix d'implantation de parcelles.

L'incidence de la position (apicale vs latérale) de l'unité de croissance (UC) portant le ou les fruits sur la qualité de ces derniers a été étudiée. La position apicale de l'UC portant un fruit a un effet positif sur la masse fraîche de ce fruit uniquement pour la variété José cultivée à Saint Paul. Dans les autres cas, il n'y a pas de différence ou juste une tendance de plus gros calibres pour les fruits portés par une UC en position apicale (variétés Cogshall et José, cultivées à Saint Gilles). Au cours de cette deuxième année de suivi, l'impact du mode de conduite sur les critères de qualité facilement mesurables a pu être analysé. Le mode de conduite a un effet significatif sur la teneur en matière sèche de la pulpe de la variété Cogshall. Les mangues provenant des traitements défourchage latéral et suppression de floraison précoce ont une teneur en matière sèche légèrement inférieure à celle des autres traitements.

Sur le verger de Saint Pierre, l'influence du mode de conduite la plus significative concerne l'acidité titrable. La pulpe des traitements défourchage latéral et défourchage apical est significativement plus acide que celle des deux autres traitements et du témoin.

Pour la variété José, le mode de conduite affecte significativement l'acidité titrable. La pulpe du traitement défourchage latéral est plus acide que celle des trois autres traitements et du témoin.

Ces résultats suggèrent que le mode de conduite peut modifier les conditions d'assimilation et de mobilisation du carbone lors de la croissance du fruit.

## **Tâche 2 : Vérifier l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots**

Comme précédemment indiqué, le suivi post-récolte est réalisé chaque saison sur 80 fruits suivis au champ par mesure de fluorescence, puis récoltés. Les critères suivis sont comparés à ceux des stades "point jaune", fruits mûrissants sur l'arbre. Les résultats montrent que selon le seuil appliqué de fluorescence, les fruits récoltés ont une qualité comparable à celle de fruits récoltés au stade optimum, « point jaune ».

Pour étudier les possibilités d'extension de la durée de vie commerciale de ces fruits, des tests d'enrobage avec 3 formulations de cire polyéthylène ont été conduits expérimentalement en 2007 (une formulation polyéthylène, deux formulations polyéthylène + shellac). En 2008 une récolte spécifique de 100 fruits a été effectuée afin de réaliser un test

en grandeur réelle. Les fruits ont été classés sur la base de ces niveaux de fluorescence, puis enrobés à la cire polyéthylène seule.

A l'issue des tests conduits sur les deux saisons nous pouvons énoncer les résultats suivants :

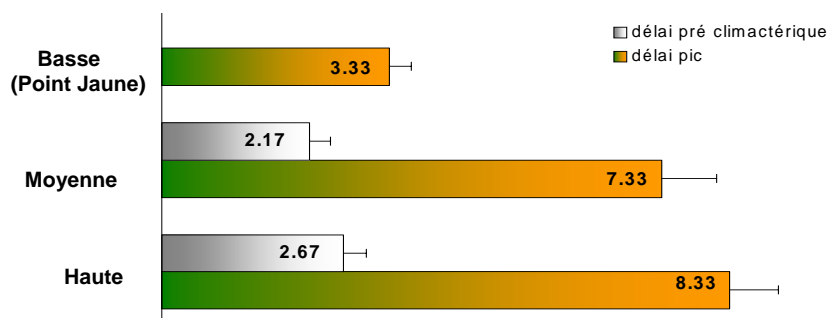
#### *Evaluation de la conservation et de la maturation des fruits cirés et non cirés*

En 2007, les analyses réalisées (suivi de l'activité respiratoire) ont montré que les fruits étaient déjà en phase climactérique à la récolte, confirmant que la valeur de référence de fluorescence, bien qu'avant point jaune, était un peu basse. En sortie de froid les fruits mûrissent tous de façon rapide et homogène.

L'essai reconduit en 2008, avec deux récoltes et des valeurs de fluorescence plus élevées a permis de disposer de fruits en phase encore préclimactérique. Les fruits témoins conservés à 20 °C atteignent leur pic climactérique en 9 jours (récolte 1) ou 7,5 jours (récolte 2). Les fruits point jaunes pris comme référence avaient débuté leur crise et ont atteint leur pic en 4 jours (les valeurs indiquées sont la moyenne de 4 à 6 fruits selon les essais, Fig 21).

En sortie de froid, nous observons en 2008 de nouveau une maturation très homogène de tous les fruits, cirés ou non, pour les deux stades de récolte. Les résultats observés en 2007 ne sont donc pas liés au stade de maturité du fruit à la récolte, et l'utilisation de cire polyéthylène, seule cire autorisée par la législation française pour l'enrobage de la mangue ne permet pas de ralentir le métabolisme des fruits. La shellac – ou gomme laque- a un effet barrière sur les échanges gazeux lorsqu'elle est utilisée seule. Mais dans le mélange testé (concentration à 40%), nous n'observons pas de ralentissement du métabolisme des fruits, puisque la vitesse d'évolution et l'intensité des crises respiratoires sont globalement comparables quel que soit le traitement de cire, pour les deux années consécutives.

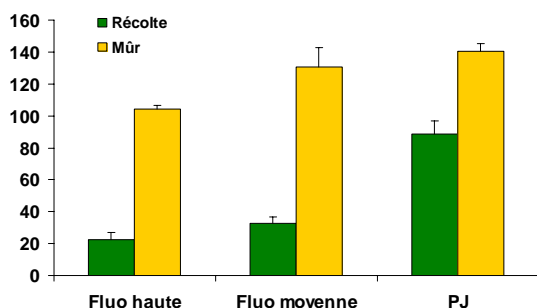
**Figure 21.** Délai de conservation stade "vert mature (= délai préclimactérique) et durée de maturation (les fruits sont à maturité de consommation 2 jours après le "délai pic" en conservation à 20°C). Durée moyenne pour des fruits prêts à consommer : Fluo basse : 5 j, sans phase préclimactérique. Fluo moyenne : 9.5 j avec 2 j de conservation à 20°C. Fluo haute : environ 11 j, avec 3 j de conservation à 20°C



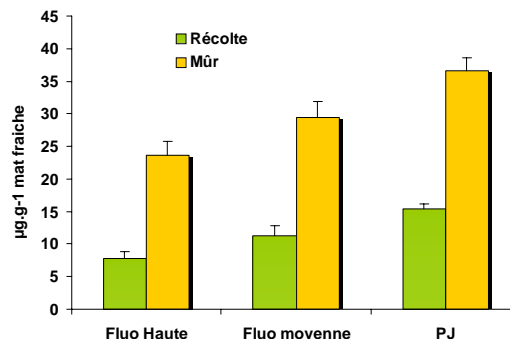
Les analyses physico-chimiques ont permis de souligner différents aspects qualitatifs :

- Le stade de récolte a un impact sur la teneur en sucres des fruits mûrs. La récolte la plus précoce est la moins riche en sucres (Fig 22). La mise en froid ralentit mais ne bloque pas la maturation (augmentation partielle de la teneur en sucres liée à la dégradation de l'amidon), que ce soit pour les fruits cirés ou non cirés. L'acidité du fruit diminue logiquement et de façon comparable quel que soit le traitement (ciré-non ciré). D'une façon générale les critères mesurés (fermeté du fruit, couleur, acides, sucres) évoluent de façon comparable pour les fruits cirés ou non cirés.

- De même, concernant la teneur en caroténoïdes, il n'y a pas de différences particulières liées à la conservation au froid ou l'utilisation de cire. Seul le stade de récolte a un effet, et plus les fruits sont récoltés tard sur l'arbre, plus la capacité de synthèse en caroténoïdes augmente (Fig 23).



**Figure 22.** Teneur en sucres (en mg/100g de matière fraîche) : la récolte basée sur la fluorescence permet d'obtenir des fruits mûrs dont la teneur en sucres est comparable à celle du fruit mûri sur l'arbre (ref PJ du graphe)



**Figure 23.** Teneur en caroténoïdes (en µg/g de matière fraîche) : la teneur en caroténoïdes du fruit mûr dépend du stade de récolte et la récolte "fluo moyenne" garantit une valeur nutritionnelle minimale.

Au bilan, le seuil de fluorescence préconisé pour la récolte assure donc un bon compromis pour la valeur nutritionnelle et gustative des fruits mûrs.

#### *Incidence des cires sur l'aspect des fruits*

Les cires, notamment avec shellac perturbent la régression chlorophyllienne. L'aspect des fruits reste acceptable avec la cire polyéthylène. Pour la mangue Cogshall, très colorée, toutes les cires ne conviennent donc pas.

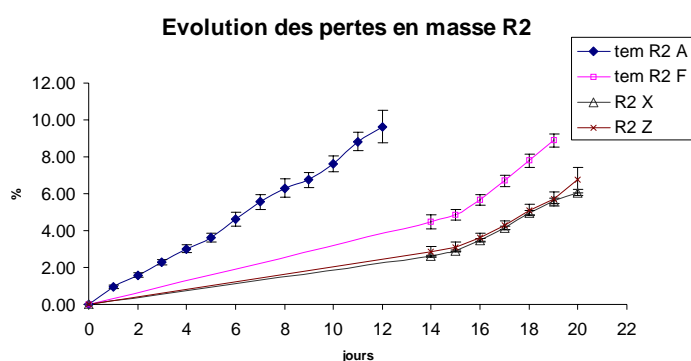
Les fruits cirés ont une qualité visuelle identique aux fruits témoins.

#### *Incidence des cires sur les pertes en masse*

Les tests réalisés sur 2 saisons montrent que :

- La perte en poids est moins importante pour les fruits cirés que pour les fruits témoins (entre 6 et 7% pour les fruits cirés et 8 à 11% pour les fruits témoins, soit une réduction des pertes de l'ordre de 30%, Fig 24).
- Les fruits cirés ont une fermeté supérieure aux fruits témoins au bout de 17 jours de stockage. Comme il n'y pas de différence particulière sur la vitesse de maturation, qui va avoir un impact sur la perte de fermeté des fruits, on peut attribuer cette différence à la régulation des pertes en eau.





**Figure 24. Suivi des pertes en poids des fruits cirés ou non cirés selon la température de conservation**

(R2 A: conservés à 20°C)

(R2F : conservés 14 jours à 12°C puis remis à 20°C)

R2 X et R2Z : fruits cirés  
polyéthylène seul ou polyéthylène +  
Shellac, 14j à 12°C puis remis à 20°

Sur le plan de la régulation de pertes en eau et en l'absence de phytotoxicité sur le péricarpe du fruit, l'emploi de cire présente donc un potentiel pour la conservation.



Témoin



Cire polyéthylène (tests labo)



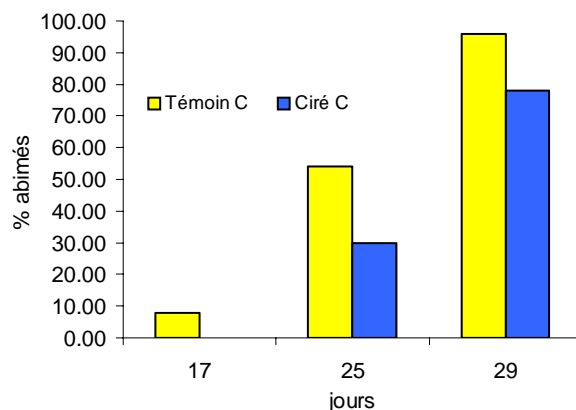
Cire polyéthylène (cartons)

#### *Incidence des cires sur la qualité sanitaire*

Bien que les flores n'aient pas été analysées, les symptômes les plus fréquents observés sont typiques des altérations provoquées notamment par *Botryodiplodia theobromae* et *Phomopsis spp*, (pourriture pédonculaire) et/ou *Colletotrichum mangiferae* (anthracnose). Ces altérations fongiques sont plus à associer à une contamination latente au verger qu'à une contamination post récolte.

Après 1 semaine à 15 °C puis 10 jours à 20 °C, 10% des fruits non cirés présentaient des altérations, les fruits cirés étant encore sains. Après 25 jours de stockage, 50% des fruits non cirés étaient abimés contre 30% des fruits cirés (Fig 25). Il y a donc un effet de protection évident des cires lors du stockage, avec un ralentissement du développement de pathogènes. Cependant il ne s'agit que d'un ralentissement, et il n'y a pas d'effet fongistatique à proprement parler. Ce décalage observé dans les départs des flores est sans doute simplement dû à un effet de protection, lié soit au ralentissement du dessèchement du péricarpe, soit à une meilleure protection de surface des fruits (ne protégeant pas forcément le péricarpe des contaminations externes, mais perturbant le développement des germes déjà présents dans le cas des contaminations latentes (anthracnose et pourriture pédonculaire). Cependant ces résultats restent à confirmer, car des essais additionnels ont également montré (essais réalisés en décembre 2009) qu'en cas de pression d'inoculum forte, même les fruits cirés étaient atteints.

**Figure 25.** Pourcentage de fruits abîmés pour des fruits cirés ou non cirés (cire polyéthylène) en fonction du nombre de jours de conservation - saison 2008



### Tâche 3 : Adapter le conditionnement à la mise en marché, afin de favoriser la commercialisation

Cette tâche s'est réalisée à 3 niveaux :

- une enquête au niveau des grossistes pour disposer d'éléments pour le volet export
- une enquête au niveau des distributeurs pour mieux appréhender le contexte et les attentes de la commercialisation locale,
- une mise en marché en conditions réelles pour tester de nouveaux conditionnements.

#### *Enquête auprès des acteurs de la filière mangue en métropole*

Cette enquête s'est essentiellement réalisée à Rungis, où 7 Importateurs, 11 Grossistes et Centrale d'achat et 3 détaillants ont accepté de participer à l'étude. Le questionnaire soumis a pris en compte différents aspects de la commercialisation, et notamment :

A l'import :

- Quelles variétés, quelles origines ?
- Connaissiez-vous les conditions de transport
- Quelle est la qualité générale des fruits à l'arrivée ?
- Conditionnement des fruits à l'arrivée et niveau de pertes
- Type de conditionnement et mise en valeur des fruits
- Quel est le délai de distribution des fruits ?
- Combien de temps les fruits restent dans la société ?

Pour la mise en marché

- Disposez-vous de chambres froides spécifiques pour la mangue ?
- La commercialisation des fruits nécessite-t-elle un reconditionnement ?
- Quelles sont les attentes de vos clients par rapport à la mangue ?
- Un label ou une certification peut-il améliorer l'image du produit et le vendre mieux ?
- Quelle promotion pour améliorer la commercialisation du produit ?
- Attentes en termes de prix (prix plafond), de saison de disponibilité, de conditionnement
- Voies d'amélioration attendues

Les résultats font ressortir les principaux points suivants :

- Le niveau d'équipement des importateurs et des grossistes est satisfaisant : plus de 40% d'entre eux conservent les fruits importés dans des chambres froides équipées d'humidificateur. Chaque chambre contient une seule espèce (mangue, ananas, ...), avec des paramètres de conservation adaptés. Cela concerne plus de 80% des volumes importés.
- La qualité des fruits à l'arrivée est jugée satisfaisante par les importateurs et les grossistes. Le calibre et la maturité des fruits sont homogènes.
- Les fruits arrivant par avion sont conditionnés en carton de 6Kg avec environ 6 à 14 fruits par carton selon la variété commercialisée. Plus de la moitié des fruits sont cirés, et tous portent des stickers.
- Les personnes interrogées attendent des fruits fermes mais mi-mûrs à mûrs avec une coloration jaune-rouge. La préférence va à des fruits de 300 à 600 grs.
- Les importateurs souhaiteraient un carton couvert pour une meilleure protection des fruits mais aussi une protection individuelle des fruits par une chaussette ("filet" à base de polyéthylène).
- Pour plus de 50% des importateurs et des grossistes, la mangue réunionnaise est supérieure en qualité aux autres origines, mais son prix de vente reste élevé pour plus de 80% d'entre eux.

#### *Enquête auprès des acteurs de la filière mangue sur le marché local*

Les différentes GMS et centrales d'achat impliquées dans la distribution ont été contactées. Le questionnaire proposé développait les questions suivantes :

##### A l'achat :

- Quels sont les volumes écoulés sur une campagne, quelles variétés ?
- Quelles sont vos capacités de stockage ?
- Quels sont vos circuits de commercialisation (mangue et autres)?
- D'où viennent les mangues ? (communes)
- Qui sont vos fournisseurs ? (producteurs, bazardières, grossistes)
- Connaissez-vous les conditions de transport
- Disposez-vous de chambre froide spécifique pour la mangue?
- Quelle est la qualité des fruits à l'arrivée ?
- Conditionnement des fruits à l'arrivée :
- Type de conditionnement et mise en valeur du fruit : Niveau de pertes en fruits à l'arrivée ?

##### A la vente :

- La commercialisation des fruits nécessite-t-elle un tri ?
- La commercialisation des fruits nécessite-t-elle un reconditionnement ?
- Quel est le délai de distribution des fruits ?
- Combien de temps les fruits restent dans la société ?
- Quels sont les attentes de vos clients par rapport à la mangue ?
- Attentes en termes de prix (prix plafond), de conditionnement,
- Un label ou une certification peut-il améliorer l'image du produit et le vendre mieux ?
- Voies d'amélioration attendues

Cette enquête a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Le niveau d'équipement est peu important quelque soit le niveau de la chaîne de commercialisation. La conservation se fait le plus souvent de façon standard c'est-à-dire une chambre froide pour l'ensemble des produits (83% des volumes des centrales d'achat et 71% des volumes des GMS). Dans les autres cas, il n'y a pas de stockage et la gestion se fait en flux tendu.
- La qualité des fruits est jugée plutôt satisfaisante par l'ensemble des personnes interrogées. Les mangues arrivent chez les détaillants à un stade de maturité mi-mûr à mûr et présentent une bonne fermeté.
- Le conditionnement le plus souvent proposé est la caisse plastique de 10 kg sur une seule couche pour les marchés des GMS et la caisse de 25 kg pour les magasins en fruits et légumes. Mais ce dernier mode occasionne des pertes importantes en fruits.
- Les attentes en termes de conditionnement sont le carton de 5 à 6 kg avec plateau alvéolé pour une protection optimale du fruit mais le coût supplémentaire ne doit pas être selon eux répercuté sur le prix de vente
- Certaines GMS souhaiteraient un emballage d'une capacité moins importante qui éviterait les manipulations par les acheteurs donc une diminution des pertes en rayon

#### *Test de conditionnement et commercialisation de mangues par petits lots*



Cet essai a été réalisé dans une GMS du Sud et d'une GMS du nord de l'île. Des barquettes de fruits encore verts, cueillis à maturité contrôlée avec la technique de mesure de fluorescence, (cf tâche 1), ou bien cueillis au stade point jaune ont été proposées. Des affiches informatives ont été réalisées et présentées car la mise en marché de mangue encore vertes n'est pas traditionnelle et surprend un peu, comparée à la mise en marché des fruits points jaunes.

Un questionnaire d'enquête (cf annexes) a été réalisé et proposé aux clients des GMS. Ce test s'est fait en deux temps :

#### **Information du public**

- dans la GMS du Sud, avec des barquettes de 6 fruits. Le test effectué en GMS laisse apparaître un intérêt des consommateurs pour la barquette filmée (une trentaine de réponses ont été collectées). 67% des personnes interrogées trouvent la barquette attractive et 80 % jugent le volume satisfaisant. Cependant, les consommateurs restent attachés à leurs habitudes d'achat : choix des fruits, test de la fermeté par le toucher.



**Conditionnement par 6 fruits**

- dans les deux GMS du Nord, avec des barquettes présentant un conditionnement par 3 fruits. Un questionnaire a été présenté (et une vingtaine de réponses ont été collectées). 90% des personnes ont trouvé que ce type de conditionnement apportait un plus. 73% ont jugé l'emballage bois attractif, 84% ont trouvé la taille de la barquette adaptée.



**Conditionnement par 3 fruits**

Les consommateurs réunionnais sont plutôt habitués à acheter des mangues mûres et la mise en marché de fruits encore verts, même si leur qualité finale est garantie, était assez déstabilisante. Une information et une très bonne communication devront donc accompagner la commercialisation de ces fruits.

Le conditionnement des fruits en barquettes offre donc un potentiel et peut être une façon intéressante de communiquer pour les fruits issus de la démarche PFI.

Enfin lors de l'atelier de restitution des résultats du projet, d'autres modèles de conditionnement ont été présentés aux acteurs de la filière, avec des barquettes contenant des mangues de maturité homogène ou différenciée (mûres et non mûres, permettant un étalement de la consommation).



**Film étirable /barquettes bois peuplier**



**Barquette bois/ "Flow pack"**



**Film étirable /barquettes cellulose**

## **Synthèse des résultats et perspectives**

- Au niveau de la validation de la mesure de fluorescence. Une suite est en cours, sur fonds propres du CIRAD et une subvention OSEO. L'objectif est de simplifier tout en la rendant plus robuste la mesure de fluorescence (s'affranchir du biais possible de mesure lié à l'environnement lumineux). Les premiers essais de validation de la canne de mesure sont en cours.
- Au niveau de l'usage de cires : les expérimentations réalisées dans ce projet ont montré l'intérêt évident de l'usage de cire pour réguler les pertes en poids. Dans le cas de contaminations latentes il n'y a pas de ralentissement marqué, et on peut regretter que la législation française n'autorise pas l'utilisation de produits fongicides en post récolte pour la mangue (ce qui n'est pas le cas pour d'autres pays)



- Au niveau du conditionnement, la décision relève des opérateurs. Les barquettes testées sont dégradables, ce qui peut renforcer la communication pour souligner la démarche PFI.

### III-3.6 Indicateurs de suivi

- Réalisation des investissements (lyophilisateur, chambres froides) ;
- Mise au point des questionnaires et réalisation des enquêtes ;
- Conception/finalisation et mise en place des protocoles expérimentaux pré et post récolte ;
- Mise en œuvre d'une mission d'appui de Guy Self, CIRAD UMR QualiSud;
- Réalisation des tests de conditionnement et de commercialisation des mangues ;
- Restitution des résultats à travers différents supports.

### III-3.7 Indicateurs d'évaluation

- Installation, mise en route et utilisation des investissements ;
- Rapports d'enquête (métropole, distributeurs locaux, conditionnement et mise en marché) ;
- Rapport de mission de Guy Self ;
- Restitution des résultats de l'action 3, partiels et en fin de projet, devant différents comités techniques et de pilotage.

### **III-4. Action 4 : Former les acteurs de la filière**

Responsable : Didier Vincenot, Chambre d'Agriculture

Partenaires : Chambre d'Agriculture, CFPPA de Saint-Benoit et de Piton Saint-Leu

#### **III-4.1 Rappel des objectifs attendus**

Le principal objectif de cette action est de diffuser les résultats du projet, et plus largement la notion de production fruitière intégrée, auprès des professionnels de la production agricole (techniciens d'encadrement, agriculteurs). L'action se compose de deux tâches. La première est la rédaction, l'édition et la diffusion d'un guide de référence pour la production intégrée de mangues. La seconde est la création d'un module de formation de 2 jours à la production fruitière intégrée, en se basant sur l'exemple de la mangue. Il est prévu de dispenser 5 fois ce module au cours du projet, et de l'intégrer à terme aux cursus de formation professionnelle agricole.

#### **III-4.2 Méthodes de travail utilisées**

La rédaction du Guide de référence de la production intégrée de mangues à la Réunion a été prévue en fin du projet, afin d'y inclure les résultats et réflexions issus de ce dernier. L'idée est de prendre comme point de départ le dossier technico-économique mangue publié par la Chambre d'Agriculture en 2003, de le revoir et de le compléter avec la présentation de l'histoire et des concepts de la production fruitière intégrée et par les résultats acquis avant et au cours du projet. L'idée est de proposer un guide qui s'adresse à l'ensemble des acteurs de la filière. Il doit donc inclure des éléments sur la manipulation, le stockage et la conservation de la mangue, sur la mise en valeur des fruits auprès des consommateurs. En effet, chercher à améliorer la production sans améliorer le reste de la filière risque de n'avoir que peu de répercussions sur la qualité globale des produits.

La coordination de la rédaction est revenue à Didier Vincenot de la Chambre d'Agriculture et à Frédéric Normand du CIRAD. Une proposition de sommaire a été discutée en réunion interne au projet, puis validée. La rédaction et l'illustration de chaque chapitre ont été confiées à des auteurs participants au projet en fonction de leurs domaines de compétences. Les coordonnateurs ont ensuite fait un travail de relecture et d'homogénéisation des textes, en format traitement de texte puis sur la maquette, avec des retours vers les auteurs pour discussion des modifications. Un imprimeur local s'est ensuite chargé de l'impression de l'ouvrage et de son dépôt légal. L'objectif était de pouvoir présenter et diffuser ce guide lors de l'atelier de restitution des résultats fin novembre 2009.

La diffusion du guide a été assurée par des envois ciblés auprès de tous les acteurs réunionnais concernés par l'agriculture, de la formation aux administrations. L'ARMEFLHOR et l'EPEFLPA ont chacun reçu une vingtaine d'exemplaires. Le CIRAD et la Chambre d'Agriculture se sont partagés le stock d'exemplaires pour en assurer la diffusion par mailing et en fonction des demandes de particuliers et de professionnels.

L'organisme retenu en début de projet pour construire et dispenser les modules de formation à la production fruitière intégrée (PFI) est le CFPPA de Saint-Paul, issu du regroupement en 2008 des CFPPA de Saint-Benoit et de Piton Saint-Leu. Un formateur référent PFI du CFPPA de St Benoit, Bruno Fontaine, suit le déroulement du projet et les résultats, afin de s'en servir de base pour la création du référentiel des modules de formation. En début de projet, une formation du CFPPA de Piton Saint-Leu, Eulalie Lauber, a été désignée référent PFI pour ce centre et a suivi le déroulement du projet comme Bruno Fontaine. Avec le regroupement des CFPPA, seul Bruno Fontaine a poursuivi son activité de référent PFI en lien avec le projet.

L'action du CFPPA de Saint-Benoit vis-à-vis de la formation PFI s'est en fait déroulée à deux niveaux. D'une part, comme prévu dans le projet, la construction de modules de formation de 2 jours chacun à destination des agriculteurs et du personnel technique d'encadrement. Ce montage a été réalisé en collaboration avec le CIRAD. Il a été choisi de présenter la production fruitière intégrée en général, et sa traduction à la mangue en particulier, afin de sensibiliser les publics visés aux concepts pour qu'ils réfléchissent à leur application aux cultures fruitières qui les concernent. D'autre part, les concepts de la production fruitière intégrée ont été inscrits, de façon durable, dans le cursus de formation diplômante du CFPPA en modifiant le contenu d'une Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale à l'Emploi (UCARE). Cette modification a été réalisée en concertation avec le CIRAD, puis validée par les partenaires du projet.

#### III-4.3 Organisation mise en place par le chef de file et chaque réalisateur : travail réalisé, moyens humains, matériels et financiers mobilisés

La Chambre d'Agriculture, le CIRAD, et dans une moindre mesure l'ARMEFLHOR, ont affecté des moyens humains à la rédaction et à la coordination de la rédaction du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.

Les CFPPAs de Saint-Benoit et de Piton Saint-Leu à l'origine ont désigné chacun un formateur référent qui a assisté aux différentes réunions 2007. Avec le regroupement des CFPPA, seul Bruno Fontaine a poursuivi cette fonction de formateur référent et a suivi le projet. Le CFPPA de Saint-Paul a aussi affecté des moyens humains à la construction des modules de formation PFI et à la réécriture d'une UCARE PFI dans les formations diplômantes.

Les moyens matériels mobilisés ont été des déplacements pour le formateurs référent du projet.

Les moyens financiers ont été utilisés pour la création de la maquette et l'impression du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion.

#### III-4.4 Etapes et calendrier

Pour la rédaction du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion, les étapes ont été les suivantes :

- janvier-mars 2009 : définition du contenu et du sommaire du guide de production intégrée de mangue ;
- avril-juillet 2009 : rédaction des chapitres ;
- août-septembre 2009 : corrections, homogénéisation, création de la maquette ;
- octobre 2009 : impression ;
- novembre 2009 : présentation et diffusion du guide lors de l'atelier de restitution des résultats du projet puis par mailing.

Pour les modules de formation à la PFI, les étapes ont été les suivantes :

- mi 2007 : identification des formateurs référents du projet ;
- avril 2008 : début de la construction des modules de formation aux concepts de la PFI ;
- mai 2008 : réécriture de l'UCARE Productions Fruitières Intégrées ;
- juin 2008 : habilitation de l'UCARE par la Direction Régional de l'Agriculture et de la Forêt ;



- depuis septembre–octobre 2008 : dispense de l'UCARE PFI dans les formations du CFPPA de Saint-Paul ;

Mois du projet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	2007										2008											2009												
Rédaction, édition et diffusion du guide PFI mangue																							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construction des modules de formation PFI			X					X						X	X	X																		
Ecriture et dispense de l'UCARE PFI															X	X			X	X											X	X		

### III-4.5 Résultats obtenus

#### **Rédaction du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion**

Les résultats techniques et socio-économiques du projet ont été synthétisés dans un guide de référence de la culture de la mangue selon les exigences de la production fruitière intégrée (voir couverture et sommaire en annexe du présent rapport).

Ce guide a pour principal objectif d'orienter les producteurs de mangues vers de nouveaux itinéraires de production compatibles avec le respect de l'environnement et répondant aux attentes des consommateurs et de la société. Qu'il soit en projet d'installation ou producteur de mangues confirmé, l'arboriculteur trouvera dans ce guide les éléments qui lui permettront de mieux comprendre les caractéristiques techniques et économiques des différentes étapes de la production, de la création du verger à la commercialisation de ses fruits. Ce guide s'adresse également aux personnes désireuses de cultiver cette espèce dans leur jardin, mais aussi à tous les acteurs de la filière : distributeurs de fruits, techniciens d'encadrement agricole, étudiants en agriculture, services agricoles des collectivités et décideurs politiques. Chacun pourra y trouver des éléments de réponse ou de décision, des références bibliographiques et des contacts locaux pour obtenir plus d'information.

De larges chapitres sont consacrés aux variétés, à la mise en place du verger et au raisonnement de sa conduite. Une attention particulière est portée à la protection phytosanitaire, en détaillant des mesures préventives et en privilégiant des méthodes de lutte alternatives à la lutte chimique.

Plus qu'une fiche technique détaillée, ce guide veut donner des éléments de connaissance et de réflexion sur le manguier, sa culture et sa filière. En un nombre de pages limité, il présente les évolutions récentes des standards de la production fruitière, la filière mangue du local à l'international, le fonctionnement du manguier, les problèmes liés à sa culture, et les techniques de préservation de la qualité du fruit après la récolte.

Loin de constituer un aboutissement, ce document est une mise à jour de connaissances, basé notamment sur les résultats et réflexions du projet. Beaucoup reste à faire pour proposer des modes de conduite du verger de manguiers plus respectueux de l'environnement, et améliorer la qualité des fruits commercialisés.

L'ouvrage a été édité en 750 exemplaires en novembre 2009 sous la coordination de la Chambre d'Agriculture et du CIRAD. Il comporte 8 chapitres pour un total de 121 pages abondamment illustrées de photographies et de schémas. Il est imprimé sur papier à base de fibre de canne à sucre. Il est disponible gratuitement auprès de la Chambre d'Agriculture et du CIRAD.

## **Modules de formation à la production fruitière intégrée**

Dans l'objectif de s'approprier les éléments de l'expérimentation ainsi que les concepts de la production fruitière intégrée appliqués à la filière mangue, des formateurs ont participé régulièrement aux réunions des comités techniques et de pilotage, notamment Bruno FONTAINE, formateur technique et responsable de l'atelier pédagogique au CFPPA de Saint-Paul.

Dès 2008, l'Unité Capitalisable d'Adaptation Régionale à l'Emploi (UCARE) « Arboriculture fruitière » (84 heures) du CFPPA associée aux Brevet Professionnel Agricole (BPA) et Brevet Professionnel Responsable d'Exploitation Agricole (BP REA) de l'île (diplômes de la formation continue préparant l'installation agricole) a été réécrite de façon à intégrer le concept et les pratiques des productions fruitières intégrées. Ce travail a été réalisé conjointement avec le CIRAD et validé par les partenaires du projet. Ce référentiel a ensuite été soumis à l'habilitation à la Direction de l'Agriculture et de la Forêt, obtenue en juin 2008. Une première promotion de futurs agriculteurs ayant choisi cette option dans le cadre de leur formation a été formée sur cette nouvelle base en septembre-octobre 2008 (15 personnes). Cette UCARE est depuis systématiquement proposée tous les ans dans le cadre de la carte régionale d'UCARE. Ces formations sont financées par la Région Réunion et l'Europe.

Deux programmes de formation, sous forme de modules de 2 jours, ont été élaborés par le CFPPA et validés par les partenaires du projet :

- 1 dispositif de 14 heures à destination des agriculteurs (2 sessions programmées en financement VIVEA).
- 1 dispositif de 14 heures à destination des techniciens.

Aucun de ces modules n'a pu être mis en place faute de candidats. Cela est dû à un conflit d'intérêt apparu au cours du déroulement du projet avec la Chambre d'Agriculture, chargée à l'origine de recruter des agriculteurs pour ces modules de formation, et qui a développé à partir de 2008 ses propres actions de formation à la production fruitière intégrée à destination des agriculteurs.

On peut donc aussi signaler ces actions de formation de la Chambre d'agriculture. Elles ne rentrent pas dans le cadre du projet, mais contribuent à la diffusion de la production intégrée et aux résultats du projet. Trois modules de formation ont ainsi été préparés et dispensés par la Chambre d'Agriculture :

- En 2008, module 'Production Fruitière Intégrée en cultures tropicales' : présentation d'un cahier des charges type, visites de terrain, connaissances agro-environnementales. La formation s'est déroulée sur 8 jours et a concerné 43 agriculteurs adhérents à 2 organisations de producteurs : Terre Bourbon et SCA Fruits de La Réunion.
- En 2009, Formation PFI destinée à 12 adhérents de l'organisation de producteurs SICA TR, 8 demi-journées réalisées en salle et sur le terrain : présentation des nouvelles variétés d'agrumes, connaissance et application d'un cahier des charges PFI, la production de plants d'agrumes aux normes CAC et les techniques de

greffage, connaissance de l'écosystème d'un verger (agrumes, manguiers et letchis).

- En 2009, journée de formation PFI destinée à 15 agriculteurs de l'Association des Producteurs de l'Entre-Deux. La journée a été consacrée à la connaissance de l'écosystème d'un verger d'agrumes et de manguiers : notions de base en salle, travaux pratiques sur le terrain.

#### III-4.6 Indicateurs de suivi

- Rédaction d'un guide de référence sur la production intégrée de mangues ;
- Préparation des modules de formation à la production fruitière intégrée ;
- Dispense des modules de formation auprès d'un public d'agriculteurs et de techniciens d'encadrement ;
- Insertion de la notion de production fruitière intégrée dans la formation continue agricole.

#### III-4.7 Indicateurs d'évaluation

- Edition, présentation aux acteurs de la filière et diffusion du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion ;
- Construction de modules de formation de 2 jours à la production fruitière intégrée (mais pas dispensés auprès des publics visés);
- Réécriture d'une UCARE Arboriculture Fruitière Intégrée par le CFPPA de Saint-Paul, habilitation par la DAF et intégration dans les formations continues diplômantes depuis fin 2008 ;
- Tenue d'un atelier de restitution des résultats du projet en novembre 2009, ouvert à un large public représentant tous les acteurs de la filière mangue.

## **IV - Les modalités de valorisation du projet**

### **IV-1. Les différents modes de diffusion, les diffusions, le public concerné**

La valorisation du projet est une attente explicitement prévue dans son montage. Elle a consisté à sensibiliser les acteurs du monde agricole, et pas seulement ceux de la filière mangue, et le grand public à la production fruitière intégrée, aux objectifs du projet, et aux résultats directement utilisables. Deux niveaux de diffusion ont été privilégiés afin d'atteindre différents publics : la presse générale (télé, radio, papier) et les manifestations grand public (ex : Fête de la Science) pour le grand public, et la presse spécialisée (télé, papier) et le Guide de production intégrée de mangues à la Réunion pour les professionnels du monde agricole. Enfin, une communication importante sur le projet a été réalisée via des sites internet, permettant ainsi d'atteindre un public beaucoup plus large que le seul public réunionnais.

Ces actions de diffusion ont principalement eu lieu en début de projet, pour sensibiliser à l'existence du projet et aux travaux qui allaient être menés, et en fin de projet avec une communication active sur les résultats obtenus. Elles sont listées par type de support.

#### **IV-1.1 Le guide de production intégrée de mangues à la Réunion**

Ce guide a été présenté à la profession et à la presse au cours de l'atelier de restitution des résultats du projet le 26 novembre 2009. Il a alors été distribué aux participants à l'atelier. Il a ensuite été envoyé à un large panel d'acteurs du monde agricole à la Réunion, des agriculteurs aux politiques (Conseil Général et Conseil Régional), en passant par les bibliothèques de tous les centres de formation agricole de l'île.

Les partenaires du projet ont reçu plusieurs exemplaires du guide, et la Chambre d'Agriculture et le CIRAD en conservent un stock. Il est distribué gratuitement à toutes les personnes qui le demandent, particuliers ou professionnels. L'annonce de la parution du guide par la presse papier et télé a été fructueuse et de nombreuses personnes se sont manifestées pour en obtenir un exemplaire.

L'annonce de la parution du guide sur plusieurs sites internet, notamment du CIRAD, a conduit à des demandes venant de différents pays, pas uniquement francophones, contribuant ainsi à la diffusion internationale des travaux réalisés à la Réunion. Enfin, une dizaine d'exemplaires a été distribué de façon ciblée lors du dernier symposium international consacré à la mangue qui s'est déroulé en Chine en avril 2010 et auquel participaient trois chercheurs du CIRAD Réunion impliqués dans le projet.

#### **IV-1.2 La presse écrite (grand public et professionnels)**

Journal de l'île de la Réunion du 2 mars 2007 : 'La science au service des producteurs de mangues'. L'objectif était de sensibiliser le public à la production fruitière intégrée et de signaler le démarrage du projet.

Journal de l'île de la Réunion du 27 novembre 2009 : 'La mangue du futur sera terrible'. L'objectif est un compte rendu des résultats du projet, présentés lors de l'atelier de restitution du 26 novembre.

#### IV-1.3 La presse radio (grand public et professionnels)

RFO Radio le 21 novembre 2009, l'émission 'Filières péi' (1h) est consacrée à la culture de la mangue. Interventions de Didier Vincenot (Chambre d'Agriculture), Frédéric Normand (CIRAD) et Jean-François Moutama (agriculteur)

#### IV-1.4 La presse télévisée (grand public et professionnels)

La diffusion par la presse télévisée a pris la forme de plusieurs reportages dans le magazine Terre d'Ici produit par la Fédération des Coopératives Agricoles de la Réunion (FRCA) et diffusé sur Antenne Réunion. Ce magazine est diffusé en deux parties de 6 minutes chacune le mardi et le jeudi soir, à 18h45, avant le journal télévisé, puis en intégralité le samedi midi avant le journal télévisé. Trois magazines ont été consacrés à la mangue à travers les actions réalisées dans le projet :

- 25 et 27 mars 2008 : 'La mangue : culture innovante et antioxydants !'
- 24 et 26 novembre 2009 : 'Mangues pays : innover pour plus de qualité'.
- 30 Mars et 1er avril 2010 : 'La mangue dans tout ses états'.

#### IV-1.5 La presse spécialisée (professionnels)

'La mangue, innover pour plus de qualité' : couverture et dossier de 3 pages du magazine AgroNews de novembre 2009.

'Production intégrée de mangues. De nouveaux modes de culture pour une qualité meilleure.' : Article de 2 pages paru dans le magazine La Réunion Agricole de mars 2010.

'Sortie du Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.' : Encart paru dans FruiTrop n°172 de novembre 2009.

#### IV-1.6 La fête de la Science 2009 (grand public et professionnels)

L'édition 2009 de la Fête de la Science a été l'occasion d'organiser deux journées porte-ouverte sur la station CIRAD de Bassin-Plat, les 17 et 18 novembre 2009 sur le thème des Fruits et Légumes. La journée du 17 était destinée aux scolaires, et celle du 18 au grand public. Près de 500 visiteurs ont été accueillis, 12 groupes de scolaires, de la 6ème au BTSA, et 9 groupes grand public. Parmi les six ateliers proposés figurait un atelier consacré à la mangue. Les thèmes de la production fruitière intégrée et de la qualité des fruits, développés par le projet, ont été présentés aux visiteurs à l'aide de posters et de manipulations de l'appareil de mesure de la fluorescence de la chlorophylle du fruit.

La presse radio et télévisée s'est fait l'écho de cette manifestation.

#### IV-1.7 La diffusion par sites internet (national et international)

Une série d'articles est parue au cours du premier semestre 2007 sur les sites internet du CIRAD-Réunion, du CIRAD, et du Programme Régional de Protection des Végétaux (PRPV) pour faire état du projet, de ses objectifs, et des pistes de travail:

- 'Chercheurs et producteurs réunionnais rassemblés autour d'une approche intégrée de la filière mangue' ;
- CIRAD, projets en cours : Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion : vers une définition communes des modes de production et d'itinéraires post-récolte visant la maîtrise de la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit ;
- Série spéciale « La mangue, de la recherche au développement » : 1- Des mangues plus tôt et plus régulièrement... ;
- Série spéciale « La mangue, de la recherche au développement » : 2- Comment

- se construit la qualité d'une mangue sur l'arbre ? ;
- Série spéciale « La mangue, de la recherche au développement » : 3- Récolter au bon moment pour mieux conserver les fruits ;
- Une production anticipée et plus régulière de la mangue.

D'autres articles sont parus sur les sites internet du CIRAD Réunion, du CIRAD et de l'Unité de Recherche HortSys entre novembre 2009 et février 2010 pour faire état de la fin du projet et de la sortie du Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.

#### IV-1.8 La valorisation scientifique

Parallèlement à la diffusion auprès des professionnels et du grand public, il était prévu des publications scientifiques et des communications à congrès pour faire partager les résultats à la communauté scientifique internationale. Sur la base des résultats actuellement disponibles, quatre projets de publications sont envisagés. Le processus de publication dans des revues scientifiques internationales est long, et les retombées du projet à ce niveau seront quantifiables à partir de fin 2010.

Pour les communications à congrès, le 9<sup>th</sup> International Mango Symposium, qui s'est déroulé du 8 au 12 avril 2010 à Hainan, Chine, a été l'occasion de présenter, entre autres, trois communications sur des thèmes spécifiques au projet, ou incluant des résultats acquis sur le projet. Ces communications seront publiées dans *Acta Horticulturae*.

Amouroux P., Normand F. 2010. Survey of mango pests on Reunion Island, with a focus on pests affecting flowering.

Léchaudel M., Damour G., Urban L., Self G., Joas J. 2010. Chlorophyll fluorescence as an indicator to harvest mango (cv 'Cogshall') fruit according to the market (export or domestic).

Joas J., Vulcain E., Léchaudel M. 2010. Effect of fruit position in the canopy on physiological age and physicochemical composition (Cv Cogshall).

#### IV-1.9 Les rapports

Le projet a accueilli plusieurs stagiaires qui ont concrétisé leur travail par un mémoire et pour certains une soutenance de diplôme (DAG ou M2). Ces mémoires sont enregistrés dans les bases de données bibliographiques du CIRAD et sont accessibles à toute personne désireuse d'en prendre connaissance.

Fabry L., 2007. Influence de manipulations de la floraison et de la croissance végétative sur la floraison et la fructification de deux variétés de manguiers. Rapport de stage de césure Agro ParisTech, 41 p.

Lefebvre du Prey L., 2008. Influence de manipulations de la floraison et de la croissance végétative sur la floraison et la fructification de deux variétés de manguiers à la Réunion. Mémoire de stage de césure Agro ParisTech, 45p.

Lemarié M., 2008. Caractérisation des pratiques culturales et identification des profils de fonctionnement des exploitations agricoles productrices de mangues. Mémoire de stage de césure Agro Paris Tech, 60p.

Merlhe M., 2009. Comprendre les pratiques et caractériser les exploitations productrices de mangues à la Réunion. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Agro Campus Rennes, 68p + annexes

Les travaux menés dans le projet ont également donné lieu à divers rapports qui sont consultables auprès du partenaire qui les a produits :

Amouroux P., 2008. VCAT Protection des cultures – Rapport d'activités juin-décembre 2007. 30 p. + annexes, UR HortSyst, CIRAD, Saint-Pierre, Ile de la Réunion.

ARMEFLHOR, 2009. Enquête mise en marché de la mangue. 3 pages, Saint-Pierre, Ile de la Réunion.

Hoarau I., Huet P. 2008. Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues. In : Rapport Annuel du CTEA 2008. 9p, Saint-Pierre, Ile de la Réunion.

## IV-2. L'exploitation et la valorisation des résultats, de l'expérience acquise

Le bilan des résultats du projet présenté dans la partie III- n'est que provisoire. En effet, de grandes quantités de données ont été acquises, mais n'ont pas toutes encore été exploitées. Il reste donc encore du travail pour traiter complètement ces données et les valoriser dans les mois et années à venir.

Les résultats, déjà acquis et à venir, et l'expérience acquise seront exploités et valorisés par les différents partenaires, chacun à son niveau, afin d'améliorer ses actions sur la filière mangue à la Réunion, et sur les filières fruitières en général.

Pour le CIRAD, les avancées cognitives et méthodologiques viennent renforcer les programmes de recherche dédiés à la mise en œuvre en milieu tropical des concepts de la production fruitière intégrée, avec comme plantes modèles la mangue et l'ananas.

Pour l'ARMEFLHOR, les connaissances et les méthodologies acquises vont permettre de mieux répondre aux producteurs de mangues adhérents à l'association, et de mieux définir les futurs programmes d'expérimentation autour de ce fruit.

Pour la Chambre d'Agriculture, les résultats du projet vont contribuer à développer et mieux cibler les actions d'appui technique et de formation auprès des producteurs de mangue : meilleure connaissance des producteurs, de leurs pratiques et de leurs stratégies, comité technique mangue comme lieu d'échange pour les acteurs de la filière, modules de formation, Guide de production intégrée de mangues à la Réunion.

Enfin, pour l'EPLEFPA, les résultats du projet seront valorisés à travers les différents types de formations dispensées.

Deux outils vont survivre à la fin du projet et permettront d'en prolonger l'action vers le développement agricole et en termes d'interactions entre les acteurs de la filière. D'une part le comité technique mangue, qui est pérenne au projet, avec un secrétariat assuré par la Chambre d'Agriculture. D'autre part, pour tous les partenaires et plus globalement les acteurs du monde agricole, le Guide de production intégrée de mangues à la Réunion sera une référence pour les années à venir. Il sera mis à jour lorsque de nouveaux résultats viendront le compléter de façon significative.

Enfin, les partenaires ne se séparent pas avec la fin du projet. Il reste plusieurs étapes avant d'arriver à une certification PFI des mangues réunionnaises et à leur valorisation sur le marché : type et mode de certification à retenir, rédaction d'une charte PFI mangue et d'un cahier des charges, .... Ces travaux se poursuivent avec la participation de la Chambre

d'Agriculture, du CIRAD, et d'OCTROI, un organisme certificateur. Par ailleurs, il est intéressant d'élargir la démarche de production fruitière intégrée à d'autres filières importantes de l'île, et les partenaires se retrouvent dans cet objectif sur le projet EcoFrut (voir partie V-3.).

### IV-3. Les transferts prévus

Le transfert des résultats vers les utilisateurs potentiels a été décrit dans les parties précédentes.

L'appui apporté par le financement de ce projet aux travaux menés sur la mesure de fluorescence de la chlorophylle a contribué à la validation de cette méthode comme indicateur de maturité interne du fruit. Il devient ainsi possible de trier des mangues en fonction de leur maturité et faire des lots entrant de façon plus homogène en maturation, en fonction des durées de vie après récolte. Une demande de brevet pour "une méthode de détermination de la maturité d'une mangue en vue de sa récolte" a été effectuée auprès de l'Institut National de la Propriété Industrielle en mars 2010. L'objectif sera de développer avec des industriels un outil de cueillette qui prenne en compte la maturité du fruit, ou d'adapter des capteurs sur une chaîne de tri, afin de mettre à disposition des producteurs et acteurs de la filière cette technologie.

La démarche partenariale et la méthodologie développée sur la mangue dans le cadre de ce projet vont être transférées à d'autres filières fruitières importantes à la Réunion à travers le projet EcoFrut (voir partie V-3).

## **V – Les perspectives**

### V-1. Les points forts et les points faibles du projet

#### V-1.1 Les points forts

Le principal point fort du projet est certainement le partenariat. Les différentes compétences et les différents points de vue ont permis d'élargir et d'enrichir le débat, et de combiner les efforts pour mener au mieux les actions prévues. Il est certes apparu quelques soucis inhérents au mode de fonctionnement de chaque partenaire et à des conflits d'intérêt. Grâce à un pilotage rapproché du projet, ces soucis n'ont pas altéré la bonne marche du projet et le partenariat est globalement jugé très positif au niveau des idées et de l'avancement du projet. La réussite de ce partenariat est d'ailleurs à l'origine de sa poursuite, notamment sur le projet EcoFrut.

Un second point fort du projet est l'avancée des connaissances à différentes échelles, du fruit à l'ensemble de la filière. La partie III- présente les principaux résultats obtenus. Les avancées marquantes concernent :

- la connaissance des pratiques des producteurs de mangues, du fonctionnement de leur exploitation et de leurs stratégies ;
- la hiérarchisation des maladies et ravageurs du manguier à la Réunion et des données nouvelles sur un important ravageur de la floraison, la cécidomyie des fleurs ;
- les effets de pratiques innovantes comme le défourchage ou la suppression d'inflorescences sur la phénologie de l'arbre, la floraison et le rendement ;
- l'élaboration de la qualité du fruit et sa variabilité entre les vergers de producteurs ;
- le développement d'un indicateur de récolte basé sur la maturité du fruit ;



- des techniques de préservation de la qualité de la mangue après la récolte (température, cires d'enrobage)
- une meilleure connaissance des marchés local et export de la mangue et de leurs attentes ;

Enfin, le projet fournit des éléments qui permettent de faire progresser l'ensemble de la filière vers la production fruitière intégrée :

- le comité technique mangue ;
- la formation des professionnels ;
- le Guide de production intégrée de mangues à la Réunion

### V-1.2 Les points faibles

Le principal point faible du projet tient à l'existence de points qui restent à approfondir pour atteindre l'objectif de production intégrée de mangues, identifiées et valorisées sur le marché. Certes, le projet n'avait pas cet objectif, et devait contribuer à apporter des éléments permettant de s'en rapprocher. Les points qui restent à approfondir sont les suivants :

- la maîtrise des bio-agresseurs, par des moyens autres que chimiques, n'est pas envisageable sur manguier dans l'état actuel des connaissances ;
- il n'y a pas eu d'avancée significative sur l'homologation de produits phytosanitaires en usage mineur, qui permettraient aux agriculteurs, faute de mieux pour le moment, de contrôler chimiquement les principaux ravageurs dans un cadre réglementaire ;
- l'itinéraire technique dans un objectif de qualité du fruit et de contrôle non chimique des bio-agresseurs n'est pas maîtrisé ;
- les producteurs ont du mal à s'approprier le cahier de suivi parcellaire, premier maillon de la traçabilité ;
- la traçabilité de la production le long de la filière reste à mettre en œuvre ;
- l'identification par un signe distinctif et la valorisation commerciale des mangues issues de production fruitière intégrée ne sont pas encore opérationnelles.

Un autre point faible du projet est que l'ensemble des résultats n'est pas disponible à l'heure actuelle car il reste de nombreuses données à traiter et de résultats à formaliser. Il n'est donc pas possible de dresser un bilan exhaustif des résultats du projet.

Enfin, comme cela a déjà été souligné précédemment, les modules de formation à la production fruitière intégrée à destination des agriculteurs et des techniciens spécialisés qui étaient prévus dans le projet ont été construits, mais n'ont pas pu être dispensés auprès du public concerné.

## V-2. Les difficultés rencontrées

Les principales difficultés rencontrées ont été :

- le temps de travail important pour la réalisation de certaines actions, ce qui avait été sous-estimé lors de la préparation du projet. Ainsi, les chercheurs et techniciens du CIRAD se sont plus mobilisés que prévu sur le projet. Cet écart trouve son origine à différents niveaux : relevés de terrain coûteux en temps, durée des trajets entre le Sud et l'Ouest de l'île à cause des embouteillages (la route des Tamarins n'a été livrée qu'à la fin du projet, en juin 2009 ....), informatisation des données et leur gestion, complexité des analyses de données.

- l'implication des acteurs de la filière n'a pas toujours été celle escomptée, notamment lors des comités techniques et de pilotage, ou lors des enquêtes sur le marché local de la mangue. Malgré les invitations lancées, nous aurions aimé avoir plus souvent les points de vue des bazardiens ou des transformateurs sur le contenu du projet et ses résultats. De même, nous n'avons pas senti une implication forte des collectivités locales dans le suivi et le pilotage du projet.

### V-3. Les suites envisagées

Parallèlement aux actions de diffusion des résultats et de formation qui ont été développées précédemment (voir partie IV-), plusieurs actions sont envisagées, ou ont déjà démarré, dans la continuité du projet.

Une réflexion a démarré au cours du projet sur la certification des mangues issues de production fruitière intégrée et leur valorisation sur le marché (voir par exemple le compte rendu du comité technique mangue du 5 novembre 2008). Il s'agit d'un sujet important, qui est apparu de façon récurrente lors des réunions des comités technique mangue et de pilotage du projet. Ces discussions sont menées avec OCTROI, un organisme certificateur présent à la Réunion. Elles se poursuivent après le projet afin de préparer le cadre dans lequel des mangues issues de production intégrée aborderont le marché et pourront y être démarquées et valorisées.

Comme signalé précédemment, les partenaires du projet ont souhaité poursuivre cette démarche bien engagée pour la culture de la mangue, et l'étendre à deux autres filières importantes à la Réunion : les agrumes et l'ananas. C'est ainsi qu'a été construit le projet EcoFrut (Nouveaux systèmes de culture ECOlogiques et durables pour des productions FRUitières de qualité en milieu Tropical) dont le financement a été accepté sur FEADER (2010-2012). Avec les mêmes partenaires, ce nouveau projet traite de la mise au point et la diffusion de techniques culturales relevant du concept d'agro-écologie sur trois cultures fruitières tropicales (mangue, agrumes et ananas). Il repose sur la mise en place d'un réseau de fermes de références et prévoit de valider les innovations testées en analysant leur impact sur la qualité des fruits et en mesurant leur impact sur l'environnement et la durabilité des exploitations concernées.

Les travaux de Paul Amouroux, VCAT en protection des cultures pendant 2 ans sur le projet ont mis en évidence l'importance des dégâts de la cécidomyie des fleurs qui peut détruire en quelques jours la floraison d'un verger. Par de la recherche bibliographique et des essais sur le terrain, il a caractérisé le cycle de ce ravageur spécifique du manguier et précisé quelques-uns de ses traits de vie. Les traitements chimiques sont peu efficaces et non autorisés. Ce constat a conduit le CIRAD à construire un projet de thèse sur le thème 'Bio-écologie et dynamique des populations de cécidomyie des fleurs (*Procontarinia mangiferae*), un ravageur inféodé au manguier (*Mangifera indica*), en vue de développer une lutte intégrée', thèse qui a démarré début 2010. Les résultats attendus permettront de proposer une protection de la floraison alternative aux traitements chimiques, contribuant ainsi au développement de la production intégrée de mangues.

Le projet a contribué à faire avancer la méthode de détermination de la maturité des mangues basée sur une mesure de la fluorescence de la chlorophylle. Une mission d'appui de Guy Self (UMR QualiSud) dans le cadre du projet a permis d'initier des travaux sur d'autres indicateurs complémentaires de maturité et de qualité. Pris ensemble, ces indicateurs pourraient permettre de mieux apprécier la maturité et la qualité du fruit et de poursuivre l'amélioration de la qualité des fruits proposé aux consommateurs. Ces travaux basés sur des indicateurs complémentaires seront poursuivis.

# *ANNEXES*

Comptes rendus des réunions du comité de pilotage

Comptes rendus des réunions du comité technique

Couverture et sommaire du Guide de production intégrée de mangues à La Réunion

Exemple de questionnaire d'enquête sur la commercialisation auprès des grandes surfaces

**Compte rendu du 1er comité de pilotage le 23 février 2007  
Lycée Agricole, Saint-Paul**

Etaient présents :

- Jean-Dominique Bize, directeur de l'EPLEFPA de Saint-Paul,
- Philippe Cabeu, CIRAD,
- Philippe Cao-Van, CIRAD,
- Fred Clain, SAPRIM,
- Hervé Cosson, DAF SEAA,
- Xavier Desmulier, directeur du CPEA de Saint-Paul,
- Laurence Dijoux, DAF SPV,
- Guy Ethève, Chambre d'Agriculture,
- Xavier Fabrègue, ARMEFLHOR,
- Dominique Gigan, Syndicat Qualité Fruits Réunion,
- Ignace Hoarau, ARMEFLHOR,
- Pascal Huet, ARMEFLHOR,
- Doralice Jessu, CIRAD,
- Jacques Joas, CIRAD,
- Mathieu Léchaudel, CIRAD,
- Eric Lucas, Chambre d'Agriculture,
- Thierry Michels, CIRAD,
- Emmanuel Moré, SAPRIM,
- Jean-François Moutama, agriculteur Saint-Pierre,
- Frédéric Normand, CIRAD,
- Célestin Puylaurent, agriculteur, Verger de Grand Fond,
- François Técher, Chambre d'Agriculture,
- Didier Vincenot, Chambre d'Agriculture

Ce premier comité de pilotage du projet 'Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion' s'est tenu avant la mise en route effective du projet sur le terrain, prévue début mars 2007. L'ordre du jour était la présentation du projet aux membres du comité de pilotage, suivie d'une discussion. Deux questions étaient ensuite proposées et débattues : 1) la composition du comité technique mangue, et 2) l'utilisation des produits phytosanitaires sur manguier.

Frédéric Normand présente les grandes lignes du projet. Le contenu de chacune des quatre actions du projet est présenté par son responsable.

La discussion qui suit peut être résumée par les 4 points suivants. Les débats sont présentés en écriture normale et les réponses apportées par les partenaires du projet sont en italique.

## **1- Démarquage et valorisation des fruits produits selon une démarche PFI**

Des questions sont posées sur le démarquage des fruits produits selon une démarche PFI par rapport aux autres fruits, y compris jusqu'au consommateur (F. Técher). X. Fabrègues souligne l'importance de valoriser ces fruits pour le producteur, sinon il ne va pas s'approprier cette démarche. D. Gigan demande s'il est prévu un logo pour distinguer les fruits PFI.

*La démarche PFI est avant tout une obligation de moyens pour produire mieux des fruits de meilleure qualité. Son intérêt est qu'elle établit un cahier des charges qui est un tremplin pour une évolution vers d'autres démarches de qualité avec signes distinctifs (labels, ...). Cependant, pour qu'elle soit adoptée, cette démarche doit permettre aux agriculteurs, et à tous les maillons de la filière, de s'y retrouver. D'où l'intérêt d'intégrer l'ensemble de la filière dès le début de ce projet. Il est prévu des actions en GMS de sensibilisation des consommateurs à la démarche PFI, et d'identifier les fruits ainsi produits par des stickers ou des emballages distinctifs.*

## **2- Les autres filières de commercialisation de la mangue**

### **2.1- Les bazarriers**

J-F Moutama souligne l'intérêt d'associer les bazarriers à cette démarche. En effet, une partie importante de la production passe par eux, et ils peuvent réduire à néant le travail fait par l'agriculteur pour produire des fruits de qualité dans une démarche PFI. En particulier, il serait intéressant de savoir comment ils travaillent et quels efforts ils sont prêts à faire pour préserver la qualité des fruits. H. Cosson confirme le besoin de prendre en compte les bazarriers dans le projet (certains fournissent des mangues à la restauration collective, ils ont alors peut être déjà engagé une démarche de traçabilité).

*Les bazarriers apparaissent en effet incontournables vu le volume de production qui passe par eux pour la commercialisation. Cependant, derrière la démarche PFI il y a la notion de traçabilité, et le système des bazarriers ne se prête pas vraiment à un suivi correct des lots. La valorisation des fruits issus d'une démarche PFI est à rechercher à travers des systèmes de commercialisation plus transparents où la traçabilité peut être assurée: GMS, vente chez le producteur, marchés des producteurs, .... L'autre problème rencontré avec les bazarriers est qu'ils ne sont pas structurés et que chaque bazarrier ne représente que lui et sa façon de travailler. X. Fabrègue mentionne qu'il y a différents types de bazarriers et que certains sont professionnalisés. Pour en rencontrer, il faudrait se rapprocher du marché de gros de Saint-Pierre.*

Les bazarriers seront donc intégrés dans l'enquête de la filière mangue à la Réunion.

### **2.2- Les transformateurs**

H. Cosson constate que les transformateurs n'ont pas été mentionnés dans le projet. La transformation est un maillon de la filière qui se développe, mais peu de fruits locaux sont transformés et la plupart des pulpes utilisées sur l'île est importée. Il serait intéressant de

quantifier les écarts entre la production et la consommation et de voir comment ils peuvent être valorisés en fonction de leur état.

*La transformation est un aspect important de la filière, qui n'est pas encore bien pris en compte. On y vient petit à petit. Cependant, il apparaît pour les producteurs le problème des coûts de production locaux et de l'attractivité des prix proposés par les transformateurs. La pulpe importée est moins chère que la pulpe produite localement. Par ailleurs, D. Gigan signale que les aides Poseidom pour la transformation vont au transformateur et pas au producteur.*

Le volet transformation sera intégré au projet, et en particulier dans l'enquête de la filière mangue à la Réunion.

### 2.3- La restauration collective

J-F Moutama pose également la question de la préparation des fruits pour la restauration collective (cantines, hopitaux, maisons de retraite, ...).

*Les points précédents soulignent l'importance de plus en plus prégnante de mieux connaître les réseaux de commercialisation des fruits à la Réunion, et en particulier de la mangue, et leurs attentes. Cet aspect ne peut être traité dans le cadre de ce projet et il est nécessaire de se tourner vers des organismes spécialisés : la cellule de mise en marché de la Chambre d'Agriculture, ou la Chambre des Métiers ?*

## 3- Les chiffres de la mangue à la Réunion

D. Gigan demande quels sont les chiffres de la production et de la commercialisation de la mangue à la Réunion.

*Selon les chiffres de la Chambre d'Agriculture, la surface en vergers de manguiers en production est d'environ 310 ha, dont un quart en Cogshall (mangue américaine), et plus de la moitié en José. Cela correspond à 3000 T de fruits commercialisés en frais. L'export est d'environ 40 T par an, réalisé par des coopératives. L'exportation par colis postaux est probablement importante, mais son volume n'est pas connu.*

## 4- Le coût de la mangue PFI

E. Moré demande quelles vont être les répercussions de la démarche PFI sur les coûts de production et de commercialisation de la mangue.

*La démarche PFI cherche à limiter l'utilisation d'intrants, ce qui doit conduire à des coûts de production en intrants et en main-d'œuvre moindres. Par contre, il est possible que la partie récolte et post-récolte soit plus onéreuse qu'actuellement : plus de soins à apporter au fruit et à sa manutention, emballage, présentation, ...*

J-F Moutama demande quelle sera la répartition de la plus-value entre le producteur et les GMS.

*Les représentants de la SAPRIM précisent que leur objectif est de réduire avant tout les pertes lors de la commercialisation d'un fruit fragile comme la mangue. Cela passe par une meilleure qualité et homogénéité des fruits livrés, ainsi que par un meilleur emballage. Mais il est aussi nécessaire que leur personnel soit formé à la manipulation et à la conservation des fruits. Ils sont prêts pour cela à envoyer leurs chefs de rayon fruits & légumes à des*

*formations spécifiques qui pourraient se mettre en place sur ce thème. Voir avec la Chambre d'Agriculture et les CFPPA ce qu'il serait possible de proposer, en relation avec les spécialistes de ce domaine (Jacques Joas).*

## **Questions posées au comité de pilotage**

### **1- Composition du comité technique mangue ?**

Il est rappelé que le comité technique mangue est un lieu de restitution, d'information et de débat sur la mise en place de la démarche PFI pour la mangue. L'objectif de ce comité technique est de faire émerger les problèmes de la filière et les attentes de ses acteurs. Il est prévu dans le projet que cette instance regroupe producteurs, acteurs de la commercialisation, organismes de recherche et de développement et partenaires institutionnels. Les personnes et organismes invités seront donc les mêmes que pour le comité de pilotage, mais de façon plus exhaustive (plus d'agriculteurs, de représentants de la commercialisation, ...).

Après débat, il est décidé que cette composition, proposée à l'origine dans le projet, sera élargie aux transformateurs, aux bazarriers, à une association de consommateurs et à une association de protection de la nature. Les invitations pourront être élargies de façon spécifique pour des comités techniques thématiques. Par exemple, P. Cao-Van propose d'inviter Denis Loeillet ou Eric Imbert (Cirad, Observatoire des marchés, FruiTrop) pour présenter le commerce international de la mangue.

Par ailleurs, compte-tenu du rôle décisif du consommateur dans la filière, il est décidé de proposer à une association de consommateurs de participer aux comités de pilotage du projet.

### **2- Utilisation des produits phytosanitaires sur manguier ?**

La démarche PFI tend vers le raisonnement et la réduction de l'usage des produits phytosanitaires. Or il n'existe pas de produit phytosanitaire homologué en verger de manguiers, et donc toute utilisation de tels produits n'est pas conforme. Cela pose un problème éthique pour le projet. D'une part car les agriculteurs traitent, c'est nécessaire à certains stades, et demandent des conseils. Il faut pouvoir leur répondre. Par ailleurs, les enquêtes sur les pratiques et les relevés des cahiers parcellaires vont donner ou consigner les traitements effectués. Ce problème a été posé au Service de la Protection des Végétaux, dont la position est exposée par L. Dijoux :

Il n'existe en effet pas de produit homologué en verger de manguiers. Pourtant, les traitements sont nécessaires à certains moments comme par exemple la floraison. Une démarche est en cours pour obtenir une extension d'homologation en usages mineurs pour certains produits. Mais pour cela il faut des résultats pour monter un dossier. Le SPV est donc intéressé par le projet et par ses résultats afin de mieux connaître les maladies et ravageurs d'importance du manguier et de recenser les usages de produits sur manguier.. Il est également proposé, pour aider à faire avancer les dossiers d'homologation, de faire des analyses de résidus de pesticides (prise en charge possible par le SPV) sur des fruits provenant de parcelles suivies dont l'itinéraire phytosanitaire est connu. Il faudra 2 à 2.5 ans pour rassembler les données nécessaires au montage des dossiers.

**Compte rendu du 2nd comité de pilotage le 26 mars 2008  
Lycée Agricole, Saint-Paul**

Etaient présents :

- Bissery Claire, CIRAD
- Philippe Cao-Van, CIRAD,
- Cazin François, Chambre d'Agriculture,
- Xavier Desmulier, directeur du CPEA de Saint-Paul,
- Guy Ethève, Chambre d'Agriculture,
- Bruno Fontaine, CFPPA St Benoit,
- Marion Guinemer, DAF – SPV,
- Ignace Hoarau, ARMEFLHOR,
- Pascal Huet, ARMEFLHOR,
- Jacques Joas, CIRAD,
- Alexandre Law-Yat, agriculteur,
- Mathieu Léchaudel, CIRAD,
- Eric Lucas, Chambre d'Agriculture,
- Thierry Michels, CIRAD,
- Jean-Luc Maillot, agriculteur,
- Frédéric Normand, CIRAD,
- Alain Sabine, Marché de gros / FARRE Réunion,
- Yannick Soupapoullé, Chambre d'Agriculture,
- Didier Vincenot, Chambre d'Agriculture

Etait excusé :

- UDAF, association de consommateurs

L'ordre du jour est la présentation de l'avancement du projet au cours de l'année 2007 (mise en œuvre et premiers résultats) et des perspectives pour 2008.



Le projet est structuré autour de quatre actions. Après un rappel des objectifs du projet, une présentation rapide de chaque action et de son état d'avancement en 2007 sont réalisés. Un résultat marquant est développé pour chaque action :

**Action 1 :** *Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI*

Résultat marquant développé : Premiers résultats de l'enquête sur les pratiques des producteurs de mangues à la Réunion.

Une proposition d'affiche pour communiquer sur la Production Fruitière Intégrée et mieux en valoriser les produits est soumise par la Chambre d'Agriculture au comité de pilotage.

**Action 2 :** *Valider des modes de conduite innovants du manguier*

Résultat marquant développé : Etat phytosanitaire des parcelles en 2007 : résultats du suivi des maladies et ravageurs sur les parcelles de manguier.

**Action 3 :** *Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues*

Résultats marquants développés :

- variabilité de la qualité de la mangue sur le bassin de production
- enquête auprès des acteurs de la filière mangue en métropole

**Action 4 :** *Former les acteurs de la filière*

Pas de résultat présenté pour cette action qui se déroulera principalement au cours de la seconde moitié du projet.

Les discussions qui ont eu lieu après chaque présentation et à la fin de la séance peuvent être regroupées en quatre points :

## **1- Le cahier de suivi parcellaire et la traçabilité**

Il est rappelé l'importance de la tenue du cahier parcellaire par l'agriculteur pour d'une part se mettre en conformité avec la réglementation, et d'autre part se doter d'un outil de traçabilité. Il est nécessaire en cas de contrôle de l'exploitation agricole, et son défaut peut amener à une verbalisation (A. Sabine). Par ailleurs, il est indispensable pour avoir accès à certains appuis comme les MAE (D. Vincenot).

Dans le cadre du projet, le suivi de la tenue du cahier parcellaire chez 15 agriculteurs a pour rôle de les sensibiliser à cet outil, et de mieux connaître les opérations culturales pratiquées et leur calendrier. En particulier, il apportera une meilleure connaissance des produits phytosanitaires utilisés et aidera ainsi à préciser les besoins et les molécules dont les usages sont vides, en vue de la constitution de dossiers pour des homologations en usage mineur.

## **2- La valorisation des mangues issues de la Production Intégrée**

Ce point fait suite à la présentation de la proposition d'affiche pour communiquer sur la PFI et en valoriser les produits.

A. Sabine pense que l'accroche « La mangue qui respecte l'environnement .... porte le logo PFI » n'est pas suffisante. Il faut la compléter avec « ...qui respecte l'environnement et le consommateur .... » pour montrer qu'il s'agit d'un fruit sain, et mieux capter l'attention du consommateur qui est soucieux de sa santé.

J.L. Maillot pense qu'il est difficile de s'engager sur le non-recours aux désherbants chimiques car la récolte a lieu en début de saison chaude et humide et les parcelles doivent être entretenues pour faciliter le chantier de récolte. C'est donc un point sur lequel il faudrait

revenir.

A. Law Yat signale que le conditionnement des fruits directement au verger pose des problèmes pour le calibrage, le tri des fruits et leur lavage. Des appareils réalisent ces opérations au niveau du hangar de conditionnement. Si les fruits n'ont pas été traités (mancozèbe, cuivre), le lavage des fruits n'est pas nécessaire (D. Vincenot).

La qualification PFI de la production nécessite le recours à un organisme certificateur qui va garantir que le fruit a été produit selon un cahier des charges PFI. Cela implique donc aussi de rédiger un cahier des charges de production de mangue selon les préceptes de la PFI. Ce premier point est un des objectifs du projet. Concernant l'organisme certificateur, il est proposé que la Chambre d'Agriculture puisse remplir ce rôle dans un premier temps (A. Sabine, Y. Soupapoullé). L'intérêt serait de limiter le coût de la certification pour l'agriculteur.

J.L. Maillot précise que la démarche de production intégrée, selon de bonnes pratiques, est déjà mise en œuvre sur son exploitation, sans qu'il y ait pour autant besoin de certification, dont le problème est le coût. Il pense que la mangue issue de la PFI est destinée en premier lieu à une vente directe sur l'exploitation pour la valoriser au mieux, puis à une vente en GMS. Le système des bazariers ne permettra pas la valorisation de la qualité PFI à cause du mélange des lots. P. Cao Van signale qu'en métropole, le passage par un organisme certificateur est obligatoire, et que la certification PFI est le minimum requis pour vendre aux GMS. J. Joas se demande si la qualification PFI est une marque de qualité ou devient une exigence standard.

D. Vincenot pense qu'il serait intéressant de faire un reportage sur le projet avec l'ensemble des acteurs de la filière, en début de saison de floraison ou de récolte, afin de sensibiliser le public à ses objectifs et aux actions concrètes qui vont en découler pour la filière mangue.

### **3- Les innovations techniques en cours de validation**

A. Sabine pense que la synchronisation de la floraison et de la production n'est pas une bonne chose car elle peut conduire à des pics de travail pour la récolte sur l'exploitation, et des pics de production avec effets négatifs sur le marché. Au contraire, J.L. Maillot trouve qu'il est intéressant de jouer avec les variétés et une floraison/récolte groupée par variété pour élargir la période de récolte à l'échelle de l'exploitation. Il demande ce qu'il s'est passé en 2007, avec une floraison quasiment nulle de la variété Cogshall, et plusieurs floraisons sur la variété Josée.

D. Vincenot se demande comment mettre concrètement en application les défouillages chez les producteurs. F. Normand précise que les expérimentations en cours ont pour objectif d'extrémiser les situations sur les arbres pour voir si on arrive à une meilleure floraison/fructification, plus groupée, en modifiant les caractéristiques des unités de croissance terminales. Une fois que cette validation est faite, il s'agira de voir comment mettre en œuvre ces résultats de façon pratique pour la profession. T. Michels ajoute que les résultats de l'étude des pratiques des producteurs permettront de mieux connaître leur capacité à intégrer des innovations, et la diffusion des techniques devra être modulée selon les exploitations.

### **4- La protection phytosanitaire**

D. Vincenot pose la question du parasitisme des cécidomyies des feuilles. Il faudrait le vérifier et le quantifier car il pourrait être relativement élevé.

Il s'interroge aussi sur l'intérêt de traitements de la floraison par des décoctions car l'avenir du Karaté Zéon, seul produit homologué sur manguier contre la punaise, est incertain.

**Compte rendu du 3ème comité de pilotage le 8 avril 2009  
Lycée Agricole, Saint-Paul**

Etaient présents :

- Marie Michèle Beullier, LEGTA Saint Paul,
- Christophe Bouvre, CIRAD (stagiaire),
- Philippe Cao-Van, CIRAD,
- Claude Dernane, UCOR,
- Gaelle Damour, CIRAD (VCAT),
- Christophe Dufossé, DAF-SEAA,
- Pascal Huet, ARMEFLHOR,
- Jacques Joas, CIRAD,
- Mathieu Léchaudel, CIRAD,
- Mathieu Merlhe, CIRAD (stagiaire),
- Thierry Michels, CIRAD,
- Frédéric Normand, CIRAD,
- Didier Vincenot, Chambre d'Agriculture

Etait excusé :

- Patricia Dennemont, Conseil Général de la Réunion

L'ordre du jour est la présentation de l'avancement du projet au cours de l'année 2008 et des résultats marquants, et le point sur les travaux restant à mener en 2009.

Le projet est structuré autour de quatre actions. Après un rappel des objectifs du projet et du rôle du comité de pilotage, une présentation de chaque action et de son état d'avancement en 2008 et des perspectives 2009 est réalisée. Un résultat marquant est développé pour chaque action :

**Action 1 :** *Comprendre le fonctionnement des exploitations agricoles et identifier les problèmes relatifs à la mise en œuvre de la PFI*

Résultat marquant développé : Le comité technique mangue du 5 novembre 2008 dont le thème principal était la protection phytosanitaire des vergers de manguiers.

De plus, un exposé a été réalisé sur les objectifs et la méthode de travail de l'étude sur la compréhension et la caractérisation des pratiques sur les exploitations productrices de mangues. Ce travail fera l'objet de deux stages d'ingénieur en 2009, dont l'un prévu sur le projet.

**Action 2 :** *Valider des modes de conduite innovants du manguiers*

Résultat marquant développé : Les modes de conduite innovants du manguiers en cours de validation dans le projet (défourchage et suppression d'inflorescences) pour limiter l'alternance de production et l'étalement dans le temps des stades phénologiques.

**Action 3 :** *Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues*

Résultats marquants développés :

- validation d'un critère de récolte de fruits de maturité comparable mais non murs
- détermination de l'incidence des conditions de conservation sur la durée de vie commerciale et la qualité des lots
- adaptation du conditionnement des fruits à la mise en marché

**Action 4 :** *Former les acteurs de la filière*

Résultat marquant développé : Les possibilités de formation à la Production Fruitière Intégrée à la Réunion

Les discussions qui ont eu lieu après chaque présentation et à la fin de la séance peuvent être regroupées en trois points :

## **1- Les modes de conduite innovants en cours de validation**

Concernant la suppression d'inflorescences pour synchroniser la floraison sur une parcelle, Mathieu Merlhe demande si l'étalement de la floraison n'est pas au contraire une sécurité pour l'agriculteur. Frédéric Normand répond que ce peut être une sécurité, mais qui entraîne de nombreux problèmes agronomiques (stades sensibles fleurs et fruits aux ravageurs longtemps présents dans la parcelle, récoltes étalées et problème d'hétérogénéité de la qualité et de la maturité des fruits). La suppression d'inflorescences demande quelques précautions pour être mise en œuvre, et notamment de s'assurer que des jeunes fruits ont noué sur la première floraison avant de supprimer la seconde, ou qu'une seconde floraison apparaît avant de supprimer la première.

Est-ce que cette méthode demande beaucoup de temps (Mathieu Merlhe) ? C'est relativement rapide à réaliser, mais la durée de l'intervention n'a pas été chiffrée. Les résultats semblent montrer un effet pérenne de la suppression d'inflorescences : la suppression une année N a tendance à concentrer la floraison l'année suivante N+1. Ce ne serait donc pas une opération à effectuer chaque année. Philippe Cao-Van souligne qu'il faut un accès à l'ensemble de la frondaison des arbres pour appliquer cette technique, ce qui nécessite des tailles d'entretien conséquentes pour éviter les grands arbres. Didier Vincenot

demande s'il existe des porte-greffe nanisant qui permettraient de maintenir les arbres dans des dimensions acceptables, comme c'est le cas en agrumiculture. Frédéric Normand signale que les travaux sur la sélection de porte-greffe sont très longs et souvent spécifiques à des conditions particulières de culture. A sa connaissance, aucun pays ne travaille encore sur les porte-greffe du manguier. Le porte-greffe local Maison Rouge n'est pas très vigoureux, ce qui permet d'avoir un développement peu rapide des manguiers à la Réunion.

Jacques Joas demande pourquoi le rendement des arbres dont on a supprimé une partie de la floraison n'est pas affecté par rapport à des arbres témoins. Cela reste à approfondir, notamment par l'analyse plus fines des données. Il pourrait s'agir de meilleurs taux de fructification sur les inflorescences restantes, rendus possibles par une diminution des compétitions pour les assimilats entre inflorescences et éventuellement jeunes fruits.

Claude Dernane constate que le défourchage, qui blesse la plante, peut constituer une voie d'entrée pour les pathogènes. Il demande également si la démarche de la production fruitière intégrée est seulement de réduire les traitements chimiques et donc l'impact de la culture sur l'environnement. Didier Vincenot précise que le concept de production fruitière intégrée recouvre la protection de l'environnement, par la réduction des intrants chimiques, mais aussi l'amélioration de la qualité des fruits. Si besoin est, on se laisse le droit de traiter, mais de façon raisonnée. Tant qu'une protection biologique peut être mise en œuvre on la privilégie.

## **2- L'utilisation de la fluorescence de la chlorophylle des fruits comme indicateur de maturité**

Didier Vincenot demande pourquoi choisir la variété Kent, après Cogshall et José, pour mettre au point la méthode. Mathieu Léchaudel précise que cette variété joue un rôle majeur dans le commerce international de la mangue, notamment pour les pays d'Afrique de l'Ouest. Il s'agit donc avec des travaux sur cette variété de sensibiliser un public de professionnels plus large que le seul public réunionnais et de faire reconnaître au niveau international les résultats de recherche obtenus à la Réunion. Didier Vincenot propose que la méthode soit aussi étendue à la variété Heidi qui est plus cultivée à la Réunion que la variété Kent, car son stade de récolte est difficile à définir. Cela améliorerait la qualité et la conservation de cette variété qui se développe sur l'île.

Didier Vincenot demande si l'appareil de mesure de la fluorescence est facile d'utilisation et peu onéreux. Mathieu Léchaudel répond que la mesure est facile et instantanée. Il suffit de poser le capteur sur la surface du fruit et d'appuyer sur un bouton. L'appareil utilisé, un appareil de recherche, reste onéreux, mais il est possible de trouver des appareils plus simples et moins chers. Des contacts ont été pris avec une société pour construire un appareil de mesure peu cher et adapté à la récolte des mangues. Jacques Joas signale qu'une autre option est de trier les fruits après la récolte en lots de maturité homogène. Pour cela, des capteurs de mesure de fluorescence pourraient être installés sur une chaîne de tri des fruits. En parallèle, des projets de recherche sont construits en vue de tester d'autres techniques non destructives d'évaluation de la qualité et de la maturité des fruits.

Mathieu Merlhe demande si, dans le cas d'un tri après récolte sur la maturité, le diagnostic de récolte devra être fait par l'agriculteur au champ. Jacques Joas pense que oui, mais le critère de récolte reste à affiner. Sachant que le système des sommes de température ne marche pas bien sur manguier, contrairement au bananier ou à l'ananas, il faudra le coupler à un autre critère, comme la couleur du fruit par exemple (virage au vert clair).

### 3- Commercialisation, valorisation des fruits, prix, développement de la filière

Claude Dernane demande si la production fruitière intégrée va déboucher sur une baisse des prix pour le consommateur. Didier Vincenot répond que l'agriculteur va utiliser moins d'intrants, mais qu'il va passer plus de temps dans son verger (surveillance phytosanitaire, manipulation des fruits, ...). Bien qu'il n'y ait pas encore eu de chiffrage précis dans ce sens, le coût de production devrait au final être équivalent à celui d'un fruit conduit en traditionnel. Philippe Cao Van conclue que les mangues issues de production fruitière intégrée seraient au même prix que les traditionnelles, mais avec une qualité du fruit et une qualité écologique de la production accrues.

Claude Dernane demande alors s'il est prévu de valoriser ces fruits avec un label. Didier Vincenot rappelle qu'un objectif est bien de pouvoir identifier ces mangues sur le marché par un signe de reconnaissance, par exemple PFI comme cela existe en métropole pour des productions comme la pomme. Des réflexions sont engagées dans ce sens. Pour le moment, les organisations de producteurs sont plus demandeuses de mangues biologiques, ou au moins conduites selon le cahier des charges de l'agriculture raisonnée.

Claude Dernane précise qu'une meilleure qualité et un prix de vente plus faible pourraient conduire au développement de la filière, et demande ce qu'il en est de la filière export. Didier Vincenot rappelle que la filière export de la mangue est peu développée à la Réunion, alors que le marché local est très demandeur, d'une part grâce à l'accroissement de la population, et d'autre part grâce à l'interdiction des importations pour des raisons phytosanitaires, contrairement aux agrumes.

Claude Dernane pose la question du développement des produits transformés à base de mangue. Didier Vincenot signale le peu d'intérêt des producteurs pour la transformation car les prix sont faibles par rapport à ceux du marché du fruit frais. Pour le moment, ce sont principalement les écarts de tri qui partent à la transformation. Cependant, une organisation de producteurs vient de se créer, spécialisée dans la transformation. Ce sera peut-être une voie pour développer la filière de transformation de la mangue. Un autre problème est que la transformation peut être réalisée dans d'autres pays, à des coûts plus bas qu'à la Réunion. Et il n'y a pas de restriction sur l'importation de produits transformés, à la différence de la mangue fraîche.

Marie-Michèle Beullier pense que les travaux sur l'alternance, s'ils débouchent, peuvent contribuer à réguler le prix de la mangue d'une année sur l'autre. Frédéric Normand estime que c'est effectivement une retombée attendue de ces travaux. Une baisse des prix pourrait aussi être engendrée par la réduction des pertes au niveau des GMS grâce à des fruits de qualité et de maturité contrôlées.

Claude Dernane se demande si les GMS sont le meilleur moyen pour valoriser cette qualité. En effet, en métropole, il existe des filières parallèles pour vendre des produits de qualité (magasins d'agriculteurs, marchés de producteurs, ...). Jacques Joas et Didier Vincenot rappellent que la part des GMS dans la commercialisation des fruits et légumes augmente à la Réunion. C'est une raison pour laquelle cette voie de commercialisation a été privilégiée dans le projet. Mais il est évident qu'une commercialisation directe du producteur au consommateur est un excellent moyen de valoriser la qualité de la production.

## COMPTE RENDU DE LA REUNION DU COMITE TECHNIQUE PFI MANGUIER

*« Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion : vers une définition commune de modes de production et d'itinéraires post-récolte visant la maîtrise de la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit »*

**Date :** 5 octobre 2007

**Lieu :** lycée agricole de Saint-Paul

**Animateur Chambre d'Agriculture :** Didier Vincenot

### Liste des invitations, présences, absences

NOM Prénom	Société, statut	Présence (P) Absence (A)
AH FOUNE Philippe	CADRE	A (excusé)
AVRIL Jean-Pierre	VIVEA/FRCA	P (O. Fages et O. Vilmin)
BALAFRE Georget	Bazardier	A
BARRET René-Claude	Producteur mangues (élu Ch Agriculture)	P
BOYER Elio	Producteur mangues	P
BOYER Jean-Marie	Producteur mangues	P
DENA Jimmy	Producteur mangues	P
DIJOUX Jean-Claude	Bazardier	A
Direction	CIRAD	F. Normand, T. Michels, C. Soria, M. Lechaudel, J. Joas, D. Jessu
Direction	Lycée Agricole St-Paul	P (MM Beullier et X. Desmulier)
Direction	DDCCRF	A
Direction	CFPPA	P (V. Defaud et B. Fontaine)
Direction	DAF	P (C. Dufossé)
Direction	OCTROI	P (K. Técher)
EARL MONDON	Producteur mangues	A
ETHEVE Guy	Chambre d'Agriculture	P
FABREGUES Xavier	ARMEFLHOR	P (I. Hoarau)
FILLON Christophe	COROI/SREPC	A
GIGAN Dominique	SQFR/Coop. Vergers de La Réunion	A
HOAREAU David	Producteur mangues	A
JATOB A.	Conseil Régional	A
JOSIA Laurent	Bazardier	A
LAURET Alcide	Producteur mangues	A
LAW-YAT Alexandre	Producteur mangues	A
LEBRUN Gilles	Caillé Grande Distribution	P
LUCAS Eric	Chambre d'Agriculture	P
MAILLOT Jean-Luc	Producteur mangues	P
MIRANVILLE M.	Bazardier	A
MORE Emmanuel	SAPRIM	P (F. Clain)
MOUTAMA Jean-François	Producteur mangues	A
NICOLE Jimmy	SCA Terre Bourbon	A
OGUETON Erica	DISTRIDOM	A (excusé)
LOUDARD Bruno	Conseil général	A (excusé)
PAULET Armand	Producteur mangues	P
PAYET Joseph	Producteur mangues	A
POTY PAQUIRA Vincent	Bazardier	A
PUYLAURENT Célestin	Association Vergers de Gd-Fond	A
RADDIVASIN David	Bazardier	A

SABINE Alain	Marché de gros/FARRE	P (K. Leroux)
SAINT-AGNAN Giovanni	Bazardier	A
SORRES Vincent	OPTR	A
VANT Xavier	SPV	P (M. Guinemer)
VIENNE Frédéric	ANAFRUIT (Boyer SA)	P (S. Lauret)
VION Christian	Producteur mangues	A
ZITTE Père et fils (Roland)	Producteurs mangues	P

### Rappel du rôle du comité technique

Le comité technique permet de regrouper les principaux acteurs de la filière mangue. C'est à la fois un lieu de restitution des résultats et de débat sur les problématiques de la filière à tous les niveaux (de la production à la mise en marché). Le projet « Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion » a donné naissance à ce comité qui doit être pérennisé tout au long de la démarche et après le projet. Il doit assurer la cohérence entre les axes de recherches, d'expérimentation et de développement, et les attentes et problèmes rencontrés par les acteurs de la filière. Il doit permettre d'établir un meilleur partenariat entre les acteurs de la filière pour aboutir à un consensus sur la valorisation commerciale des fruits. Le comité sera chargé de valider la future charte sur la production intégrée du manguier. Il est suggéré d'associer les associations de consommateurs afin de mieux cerner les attentes et les exigences de celles-ci vis à vis du marché de la mangue.

Les thèmes retenus pour ce premier comité technique étaient une présentation du projet « Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion » et une sensibilisation sur la protection phytosanitaire en vergers de manguier.

- Présentation du projet « Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion »

Un résumé des 4 actions du projet est rappelé (présentation Power Point disponible sur demande).

- Tenue des cahiers de suivi parcellaire (action 1 du projet)

La tenue des cahiers de suivi parcellaire par les 15 agriculteurs concernés est bien assurée. Les opérations culturales y sont convenablement reportées avec l'appui du technicien de la Chambre d'Agriculture qui est chargé de passer tous les 15 jours chez chaque agriculteur. Il est rappelé l'intérêt de tenir à jour le cahier de suivi parcellaire :

- caractère obligatoire du report des traitements phytosanitaires ;
- traçabilité des pratiques culturales exigées dans une démarche PFI ;
- meilleure connaissance des pratiques phytosanitaires afin de justifier le choix de certains produits pour une demande d'extension d'homologation aux usages mineurs.

- Usages mineurs

A ce jour, seulement 2 matières actives sont légalement utilisables sur manguier :

- la lambda-cyhalothrine (homologuée thrips et punaise sur manguier et mouches des fruits sur cultures tropicales) ;
- le glyphosate (herbicide homologué en arboriculture fruitière).



D'autres matières actives doivent faire l'objet d'une demande d'extension d'homologation pour le manguier auprès des firmes : le soufre contre l'oïdium, les huiles blanches de pétrole contre les cochenilles, le mancozèbe contre l'anthracnose, le spinosad contre les mouches des fruits, le thrips et la cécidomyie des fleurs.

- Enquêtes

L'étude préliminaire à une gestion agroécologique des vergers de manguiers à La Réunion, enquête conduite par Marc Bellon, stagiaire de l'UFR de Bordeaux au CIRAD, est présentée. Une classification des attaques parasitaires en fonction des bassins de production a été déterminée. Des perspectives de recherche sur les parasites les plus virulents ont été ciblées : punaise, thrips et cécidomyie des fleurs (présentation disponible sur Power Point).

Une seconde enquête sur l'étude des pratiques culturales des producteurs de mangues doit débuter prochainement (action 1 du projet). Son traitement, associant les techniciens intervenant sur cette filière, débouchera sur la formalisation d'une typologie des pratiques des exploitations. Dans ce but, 40 agriculteurs seront enquêtés par Marie Lemarié, stagiaire au CIRAD de l'école d'ingénieurs AgroParisTech.

## **Débat**

Le débat s'est rapidement orienté sur la valorisation commerciale des mangues issues de la PFI et sur les attentes des producteurs en matière de travaux de recherche.

- Valorisation commerciale

La démarche PFI doit être commune à tous les groupements de producteurs de mangues de La Réunion. D'où l'intérêt d'élaborer la future charte et le cahier des charges PFI avec l'ensemble de la profession : groupements de producteurs, distributeurs, responsables rayons fruits et légumes, associations de consommateurs...

Le produit mangue PFI devra être clairement identifié comme étant un produit cultivé dans le respect de l'environnement et récolté à maturité optimale. La conception d'une fiche ou d'un panneau expliquant les conditions de production et de récolte est à étudier. A cet effet, l'enquête sur les conditions de mise en marché réalisée par l'ARMEFLHOR devrait permettre de mieux comprendre dans quel état les mangues parviennent sur le marché de l'exportation et dans les GMS locales. L'action 3 « Améliorer la qualité et la durée de vie commerciale des mangues » tiendra compte de ces résultats pour mettre au point un conditionnement améliorant la durée de vie et la présentation des fruits, et qui aura un objectif d'identification de la mangue PFI. Ce conditionnement sera testé dans une ou deux GMS afin d'évaluer l'écoulement de la marchandise et son attractivité auprès des consommateurs.

Les fruits ramassés au sol ne doivent pas être mélangés aux lots de fruits cueillis sur l'arbre. Un effort est demandé aux producteurs pour fournir des lots de qualité et de maturité homogène notamment aux collectivités (cas de la mangue Cogshall ou « mangue qui dévisse »). Gilles Lebrun (Caillé Grande Distribution) a insisté sur

l'importance de pouvoir travailler sur des lots homogènes afin de répondre aux attentes des acheteurs. Une bonne appréciation des attentes des consommateurs est une des principales conditions pour le succès commercial d'un produit. De même, une bonne communication sur les atouts nutritionnels de la mangue mériterait d'être engagée en période de production. Il existe une concordance de point de vue quant à la nécessité de communiquer au niveau des GMS sur ce type de démarche, ces dernières affirmant que la valorisation des « produits péi » fait partie de leurs objectifs. Toutefois, les démarches « produit péi » et PFI ont des significations distinctes : la préoccupation environnementale reste prédominante pour la PFI alors que le « produit péi » met en avant l'identification du lieu de production. La FRCA a rappelé qu'un décret instaure la marque « pei » et qu'il faudra faire un choix sur les signes de reconnaissance.

- Les surcoûts de la PFI

Des surcoûts peuvent être engendrés par la logistique post-récolte qui demande une grande attention quant à la manipulation et au stockage des mangues. L'enquête sur les pratiques de post-récolte (ARMEFLHOR) devrait permettre de mieux appréhender ces surcoûts. A cet effet, la sensibilisation du personnel des GMS à la culture du manguier, à la fragilité des fruits et à leur manipulation pourrait être organisée sous forme d'un module de formation (à voir avec quel partenaire. CFPPA ?).

- Attentes des producteurs

En matière de recherche, les producteurs attendent des études qui conduiraient à expliquer l'irrégularité des périodes de floraisons. Les effets des éruptions volcaniques sur la physiologie florale du manguier mériteraient d'être étudiés. Le retard ou l'absence de floraison, très marqué cette année, pourrait être dû à l'effet du cyclone Gamède (stress des rameaux fructifères par le vent) mais également aux retombées volcaniques sur la végétation (gaz, particules de soufre...).

Les producteurs souhaiteraient également pouvoir améliorer la productivité de leur verger car beaucoup d'arbres de la variété Cogshall ne fleurissent qu'une année sur deux. A défaut, d'autres variétés précoces et plus productives mériteraient d'être sélectionnées.

Le Cirad travaille depuis quelques années sur les facteurs influençant la floraison du manguier, en particulier pour limiter l'alternance de production. Il rappelle également que des modes de conduite nouveaux dont l'objectif est de mieux maîtriser la floraison sont issus de ces travaux de recherche et testés dans le cadre du projet « Approche intégrée de la filière mangue à la Réunion » (action 2).

## **Conclusion**

Une concertation avec les distributeurs, les responsables de GMS et une association de consommateur devrait être programmée prochainement afin d'étudier les possibilités de valoriser les mangues PFI et de mieux cerner les attentes des consommateurs. Un prochain comité technique sera proposé en 2008 avec présentation et discussion des premiers résultats du projet.

## COMPTE RENDU DE LA REUNION DU COMITE TECHNIQUE PFI MANGUIER

*« Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion : vers une définition commune de modes de production et d'itinéraires post-récolte visant la maîtrise de la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit »*

**Date :** 5 novembre 2008

**Lieu :** lycée agricole de Saint-Paul

**Animateur Chambre d'Agriculture :** Didier Vincenot

### Liste de présence

NOM Prénom	Société, statut
AMOUROUX Paul	CIRAD
BOYER Dominique	Producteur de mangues
CAO-VAN Philippe	CIRAD
CARRON David	COROI
CAZIN François	Chambre d'Agriculture
DAMOUR Gaëlle	CIRAD
DENA Jimmy	Producteur de mangues
DESMULIER Xavier	Lycée agricole de St-Paul
DESVIGNES Claire	CIRAD
ETHEVE Guy	Coopérative SCA Fruits de La Réunion
FAGES Olivier	Coopérative Vivéa
FERRANTE Aurore	OPTR
FONTAINE Bruno	CFPPA St-Benoît
GRAINDORGE Rachel	DAF/SPV
HUET Pascal	ARMEFMHOR
IEBLE	CIRAD
JOAS Jacques	CIRAD
LAURET Stéphane	Anafruit
LAW-YAT Alexandre	Producteur de mangues
LECHAUDEL	CIRAD
LEFEDVRE DU PREY Lucile	CIRAD
LUCAS Eric	Chambre d'Agriculture
MAILLARY Ludovic	DAF/SPV
MAILLOT Jean-Luc	Producteur de mangues
MICHELS Thierry	CIRAD
MINIER Jérôme	CIRAD
MORALES Emeline	CIRAD
NORMAND Frédéric	CIRAD
SABINE Alain	FARRE
SAUBUSSE Thibault	CIRAD
SORIA Christia	CIRAD
TECHER Kent	OCTROI
VINCENOT Didier	Chambre d'Agriculture

- **Bio-agresseurs du manguier à La Réunion : populations et dégâts de la cécidomyie des fleurs et des mouches des fruits dans différents vergers**

Bilan intermédiaire des travaux réalisés par Paul AMOUROUX, VCAT au CIRAD, dans le cadre de l'action 2 (« Valider des modes de conduite innovants du manguier » : suivi des populations de ravageurs et de leurs dégâts). Les premiers résultats obtenus font l'objet d'une présentation Power Point disponible sur demande.

Un débat sur les conditions de pupaison des larves de cécidomyie des fleurs dans le sol est engagé : profondeur d'enfouissement, possibilités de rompre le cycle dans le sol. Les pupes sont retrouvées à 3 cm de profondeur à La Réunion. Les vergers de la région de St-Paul sont très attaqués par la cécidomyie alors que ceux de St-Pierre ne présentent pas de dégâts. A défaut de traitements chimiques autorisés, il faut essayer de bloquer le processus de pupaison par action mécanique : bâche tendue au sol (mais à quel coût ?), paillage du sol avec du foin en couche épaisse (risque d'incendie)... Les techniques de lutte biologique à l'aide de nématodes ou champignons pourraient également être des pistes intéressantes. Des informations complémentaires sont demandées auprès du CIRAD.

Pour les mouches des fruits, il apparaît que l'espèce dominante relevée dans les pièges est *Bactrocera zonata* (mouche de la pêche). Les relevés de fruits piqués réalisés par la FDGDON et le CIRAD devraient préciser le ratio des espèces de mouches présentes dans les mangues. Il est vivement conseillé aux producteurs de mangues de s'équiper d'« augmentorium » afin de réduire les populations de mouches des fruits tout en favorisant la multiplication de leurs parasitoïdes. Un agriculteur précise qu'une partie des fruits chutée au sol est passée au gyrobroyeur afin de détruire les larves de mouches.

L'utilisation de produits phytosanitaires autorisés sur manguier se limite à la lambda-cyhalothrine, seule matière active homologuée sur manguier contre thrips et punaise. Le coût d'une extension d'homologation pour des cultures dites « mineures » reste très dissuasif pour les fabricants de produits phytosanitaires. De ce fait, il est important que les producteurs de mangues et autres fruits tropicaux se regroupent au sein d'OP afin de défendre les intérêts de la profession auprès des instances publiques et d'obtenir des dérogations sur l'utilisation de produits non homologués sur des parasites de première importance (cécidomyie des fleurs, oïdium, mouches des fruits, acariens).

- **Analyse des pratiques des producteurs de mangues**

Le travail mené par Marie Lemarié, étudiante de l'AgroParsTech, dans le cadre de l'action 1, a fait l'objet d'une présentation. Ce travail avait pour but de mieux connaître la diversité des pratiques culturelles et de rattacher ces pratiques aux grands traits du fonctionnement des exploitations agricoles concernées. La méthode utilisée a donc consisté en une double enquête qui a porté sur un échantillon de 36 exploitations. L'échantillonnage a respecté la proportion de producteurs enregistrés au sein des trois zones de production, i.e. le Nord-Ouest, l'Ouest et le Sud. L'exposé s'est attaché dans un premier temps à donner les grandes tendances relevées au sein de cette filière. Il a notamment montré que cette production concernait

essentiellement de petites exploitations (SAU < à 6ha dans 55% des cas) et des vergers ne dépassant pas les 3ha dans 60% des cas. La mangue constitue le principal revenu de plus de 50% des exploitations enquêtées. Près de 20% des exploitations enquêtées affichent la mangue comme unique revenu agricole. Bien que les bazarriers restent aujourd'hui le débouché le plus souvent cité par les producteurs, on note la place grandissante des GMS, citées par 35% des exploitations enquêtées.

Ce travail avait pour principal objectif de proposer une typologie des producteurs et de leurs pratiques. Ainsi, la méthodologie mise en œuvre a permis de classer les pratiques des agriculteurs en trois pôles :

- Les conduites dites "raisonnées", marquées par l'absence de stress hydrique, l'enherbement du verger, un traitement non systématique contre les ravageurs et une sensibilité environnementale forte du producteur.
- Les conduites dites "selon le cahier de charges" marquées par le respect des exigences du marché visé ; elles passent par un ciblage des variétés cultivées, une taille des arbres, un entretien minutieux de l'environnement direct du fruit et un conditionnement soigné visant à limiter les écarts de triage ; un stress hydrique est généralement réalisé afin de stimuler la floraison et maximiser ainsi le rendement.
- Les conduites dites "productivistes" marquées par la recherche d'une optimisation de la productivité ; le désherbage du verger et les traitements sont systématiques et la taille des arbres vise essentiellement à permettre la circulation du tracteur dans le verger.

La méthodologie suivie a aussi permis de proposer une typologie des exploitations agricoles concernées. Trois pôles ont ainsi pu être décrits :

- Les exploitations dites "diversifiées" au sein desquels la mangue n'occupe qu'une place secondaire (vergers < 1.5ha),
- Les exploitations dites "spécialisées et motrices", caractérisées par des chefs d'exploitation impliqués dans le fonctionnement de la filière mangue (responsables ou membres d'OP, ...), un équipement important ainsi qu'une place prépondérante occupée par la mangue,
- Les exploitations dites "en difficulté" caractérisées par des systèmes de production monoculturaux, des surfaces de verger modestes (comprises entre 1.5ha et 4ha) et un faible niveau d'équipement ; l'avenir du verger y est incertain pour diverses raisons (absence de successeur, problème de foncier, ...).

La suite de ce travail va consister à étudier le fonctionnement agro-économique d'un échantillon limité de ces exploitations afin de mieux comprendre les déterminants des pratiques et les marges de manœuvre des producteurs.

#### • **Avancées de la réflexion sur la valorisation de mangues issues de la PFI**

##### Formation des agriculteurs, proposition de cahier des charges PFI, qualification AR

Plusieurs OP ont sollicité les services de la Chambre d'Agriculture afin d'engager leurs adhérents dans une démarche PFI. En 2008 une formation « Connaissance et maîtrise des techniques de production fruitière intégrée » a été dispensée auprès des adhérents de la Coopérative SCA Fruits de La Réunion. Une vingtaine de producteurs de la coopérative a suivi cette formation. Différents aspects de la PFI ont été présentés par le biais d'exemples concrets de modes de conduite des vergers, de la plantation jusqu'à la mise en marché. Les possibilités de valoriser la production

en s'engageant dans une démarche de qualité respectueuse de l'environnement ont été étudiées en tenant compte des exigences réglementaires. Des travaux pratiques à la connaissance de l'écosystème du verger ont été réalisés sur le terrain : observation de l'aménagement des parcelles (plantes de couverture, plantes hôtes, haies composites), capture et reconnaissance de la faune (ravageurs et auxiliaires) à l'aide d'un parapluie japonais, d'un aspirateur de bouche et de loupes.

Des outils d'aide à la décision ont été présentés : pièges à mouches, méthodes de comptage des populations de ravageurs, seuils de tolérance et manuel de reconnaissance de la faune auxiliaire du verger dont un exemplaire a été remis à chaque stagiaire (« Les auxiliaires des cultures fruitières à La Réunion »).

Un cahier des charges type a été présenté afin de rappeler les exigences d'un itinéraire technique PFI. Ce cahier des charges répond en grande partie aux exigences de la qualification AR. C'est dans cette optique que les OP sont motivées pour adopter un cahier des charges PFI qui leur facilitera l'accès à la qualification AR.



## COMPTE RENDU DE LA REUNION DU COMITE TECHNIQUE PFI MANGUIER

*« Approche intégrée de la filière mangue à La Réunion : vers une définition commune de modes de production et d'itinéraires post-récolte visant la maîtrise de la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit »*

**Date :** 26 novembre 2009

**Lieu :** CENTHOR, Saint-Gilles les Haut

**Animateur Chambre d'Agriculture :** Didier Vincenot

Le souhait des producteurs est la poursuite des études sur la biologie des principaux ravageurs du manguier et l'expérimentation de techniques de protection efficaces et économiquement viables pour la profession. L'homologation de produits phytosanitaires contre les bio-agresseurs des fleurs du manguier est une attente très forte pour permettre à la profession d'être en accord avec les exigences réglementaires. Les producteurs se sont montrés très intéressés par la réflexion engagée autour de l'élaboration de méthodes de lutte alternatives contre la cécidomyie des fleurs du manguier, proposant des voies à explorer sur la base des données présentées sur le cycle de l'insecte. La question de l'établissement d'une barrière au sol afin d'enrayer l'enfouissement des larves et l'émergence des adultes a été longuement abordée. La solution du bâchage au sol a été débattue. En outre, la nécessité de poursuivre les travaux visant une meilleure connaissance de la biologie de l'insecte a été soulignée.

Les problèmes d'alternance et de mise à fruit constituent l'autre préoccupation majeure des producteurs. Cette thématique était d'autant plus d'actualité que la production 2009-2010 s'annonçait très faible. Les producteurs ont donc mis l'accent sur l'urgence que revêt l'identification de solutions techniques leur permettant de régulariser davantage leurs revenus d'une année sur l'autre. La variété Cogshall manque de productivité dans un nombre croissant d'exploitations. Les producteurs encouragent à multiplier les travaux de recherche orientés vers la mise au point de pratiques agronomiques permettant d'améliorer la productivité du manguier et de Cogshall en particulier. En outre, le positionnement du pic de production de la mangue au moment des vacances scolaires à La Réunion empêche les producteurs réunionnais d'exploiter le débouché des cantines scolaires, potentiellement très intéressant. Dans l'attente, il est préconisé de diversifier la gamme variétale afin d'améliorer la régularité des rendements et d'étendre la période de production grâce aux variétés précoces et/ou tardives.

L'étude de la typologie des exploitations a permis de définir des grands groupes d'exploitations productrices de mangues. La prédominance d'un type de pratique ne se retrouve toutefois pas au sein d'un groupe d'exploitations. A l'avenir, les conseils techniques devront être adaptés en fonction de la typologie des exploitations en tenant compte à la fois des facteurs sociaux, environnementaux et économiques (approche globale de l'exploitation).

Les filières de transformation de la mangue sont sous-exploitées (conserverie, jus de fruit, 4ème gamme...). Des marchés de niche mériteraient d'être développés en

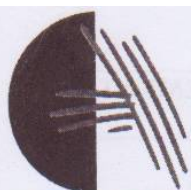
privilégiant l'achat de mangues issues de la PFI. La promotion de la mangue doit aussi être étendue au marché des collectivités et de l'industrie agro-alimentaire. Ces marchés sont intéressés pour traiter des lots de fruits de maturité homogène mais pas forcément au même stade de maturité, d'où l'intérêt des travaux de recherche sur la qualité post-récolte des mangues.

L'expérimentation de la vente en caissettes filmées a satisfait les distributeurs qui ont trouvé une amélioration de la qualité des fruits (moins de manipulation, moins d'altérations, absence de pertes). Les producteurs de mangues souhaiteraient à cet égard que le personnel des rayons fruits et légumes des GMS bénéficient d'une formation à la manipulation et aux conditions de conservation des mangues. En effet, tous les efforts consentis à l'amélioration de la qualité des mangues peuvent être réduits à néant par de mauvaises pratiques au moment de la mise en marché. La PFI doit donc être raisonnée comme un continuum depuis le verger jusqu'au panier de la ménagère.

De même, il existe un marché de la mangue bio qui est très peu développé. Une organisation de producteurs semble vouloir orienter ses producteurs vers ce type de marché en les incitant à planter des variétés rustiques et moins sensibles que José. L'engagement dans une démarche PFI permettrait de se rapprocher de ce type de production. De même, la pratique de la PFI facilite l'accès à la qualification à l'Agriculture Raisonnée. L'organisme certificateur est habilité à certifier la démarche PFI au sein d'une organisation de producteurs au même titre que l'Agriculture Raisonnée. Cette double qualification présente l'avantage de réduire les coûts de qualification et d'assurer les réseaux de distribution de la qualité et de la traçabilité de la production.



# LISTE DE PRESENCE



**CHAMBRE  
D'AGRICULTURE  
REUNION**

## FEUILLE DE PRESENCE

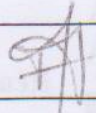
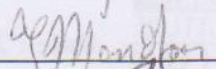
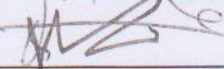

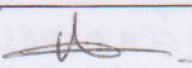
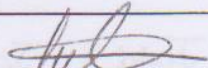
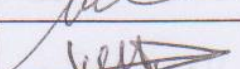

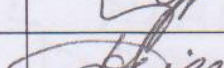


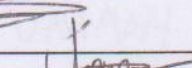


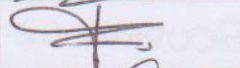
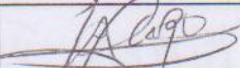


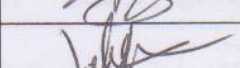
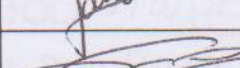



Réunion : Comité Technique « Approche intégrée de la filière mangue »

Date : 26 novembre 2009

Lieu : CENTHOR

NOM - Prénom	ORGANISME ET ADRESSE COURRIEL	EMARGEMENT
LÉCHAUDÉL Mathieu	CIRAD	
JOAS Sébastien	CIRAD	
HUET Pascal	ARMEFLHOR	
MAILLÉ J. Luc	Producteurs	
BOYER Elie	Producteurs	
ETHEVE Gilly	SCA FR / CA	
HOARAU Ignace	ARMEFLHOR	
FABREGUES Xavier	ARMEFLHOR	
CHEVALIER Ulrich	ARMEFLHOR	
SOUPAOUVE Yannick	Chambre - Agri	
MINIER Jérôme	CIRAD	
STEIB Marlène	CIRAD	
DAMBREVILLE Anaëlle	CIRAD	
SYLWIE CORRÉ	COROI SAS	
MARQUIER Marlène	FDGDON	
Clarisse Claire	FDGDON	
Leurent Stéphane	Am. fruit	
THOMAS Céline	Producteurs	
DENA Jimmy	Producteur	

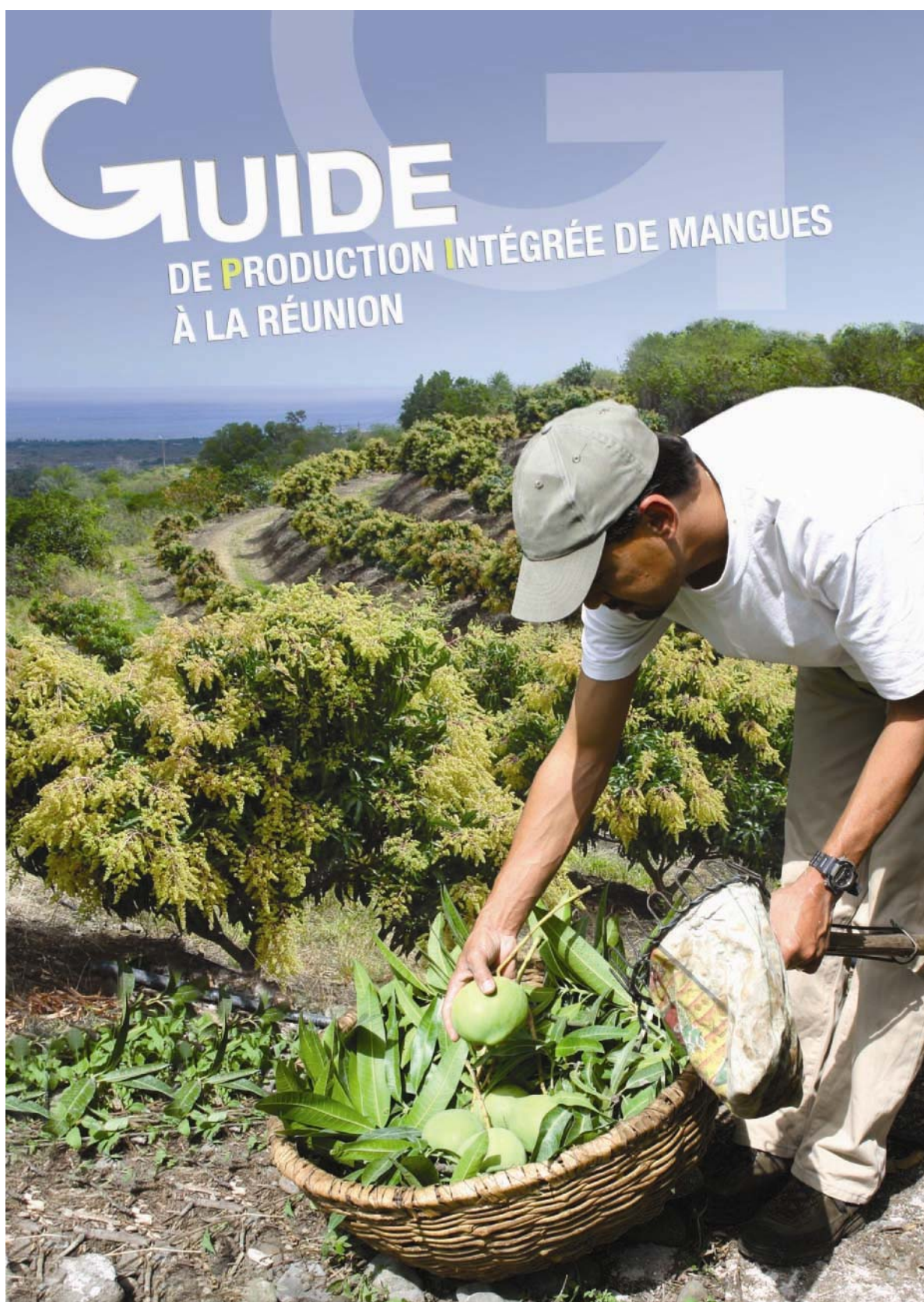


NOM - Prénom	ORGANISME ET ADRESSE COURRIEL	EMARGEMENT
PAVLET Armand	Producteur	
Mandon Yves	Agriculteur	
DIDOT TOURET	Ch. Agri	
Christophe BRETAGNE	EPLEPPA S <sup>t</sup> -Paul christophe.bretagne@edunagri.fr	
Hervé CAILLEAUX	Chambre d'Agriculture	
MARTIN Yannick	SCA Coop Anana	
ROBERT David	CA / APRFEDT	
BOYER Jean Marie	Producteur	
SORIA Christian	CIRAD	
JESSU Doralice	CIRAD	
GLORDIN Welf	Sica TR	
HOARAU Christophe	Producteur	
VECHER Kent	OCTROE	
FERRANTE Lucre	SICA TR	
LE ROUX Kenny	FARRE Réunion	
SOZANNE Willy	FARRE Réunion	
PAYET Bertrand	Université Réunion	
LATCHOUMANE Alain	Air France Cargo	
GALLAY David	Air France Cargo	
GRAINDORGE Rachel	DAF / SPV	
MAILLARY Ludovic	DAF / SPV	
SAUVEUR Georges	producteur.	
FAGES Olivier	SCA VIVEA	



NOM - Prénom	ORGANISME ET ADRESSE COURRIEL	EMARGEMENT
CHALLE Volécia	ADIR volecia.challe@adlr-inf	
DESTULIER Xavier	Lyceé Agricole St Paul	
GREILLIER Marie-Nichèle	Lyceé Agricole St Paul	
DELABRACQUE Françoise	Qualitropie	
TARDUS Evélyse	Qualitropie	
Christophe LAW-YAT	Producteur (Aide familial)	
Guillaume Law-Yat	Producteur	
CHANEFO Nell	UFC-QUECHOISIR	
BRON Nicolas	DAF	
RIVIERE David	SORELAIT-DANONE	
VILMIN Olivier	FRCA et AROP-FL	
AUBIC David	Société Ledere	
FONTAINE Bruno	CFPPA de St Benoît bruno.fontaine@educagri.fr	
LAW-YAT Alexandre	Producteur	
NORMAND Frédéric	CIRAD	
NICHOLS Thierry	CIRAD	
VINCENOT Rida	CA	





# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	9
<b>I. LA DÉFINITION ET LES OBJECTIFS DE LA PRODUCTION FRUITIÈRE INTÉGRÉE (PFI)</b>	
■ De la lutte intégrée dans les vergers au concept de Production Intégrée : un peu d'histoire	11
■ La Production Fruitière Intégrée : un engagement pour la protection de l'environnement et la qualité de la production	13
■ L'accès aux qualifications	17
■ Une charte PFI adaptée à la mangue réunionnaise	18
■ La conditionnalité des aides et les Mesures Agro-Environnementales : un moyen d'inciter localement l'évolution des systèmes de culture vers une démarche PFI	24
<b>II. LE VERGER DE MANGUIERS À LA RÉUNION, INTÉRÊT ÉCONOMIQUE</b>	
■ Historique	27
■ Les zones de production	28
■ La structure des exploitations productrices de mangues	29
■ La composition du système de production des exploitations productrices de mangues	30
■ Les variétés de mangues cultivées	31
■ L'intérêt économique d'un verger de manguiers à La Réunion	33
<b>III. LE MARCHÉ DE LA MANGUE</b>	
■ La production réunionnaise	39
■ Les caractéristiques du marché mondial et européen de la mangue	41



<b>IV. LE MANGUIER</b>	
■ Généralités taxonomiques : la famille et le genre du manguiers .....	45
■ Description, origine et dispersion .....	46
■ Le cycle phénologique .....	50
■ Les exigences agroclimatiques .....	56
<b>V. LES VARIÉTÉS D'INTÉRÊT AGRONOMIQUE</b>	59
<b>VI. LA MISE EN PLACE DU VERGER</b>	
■ L'installation des haies brise-vent .....	65
■ La préparation du terrain .....	69
■ L'approvisionnement en plants .....	69
■ Les densités de plantation .....	70
■ La plantation .....	70
<b>VII. LE RAISONNEMENT DE LA CONDUITE DU VERGER</b>	
■ L'écosystème du verger et les pratiques culturales .....	75
■ La répartition des temps de travaux .....	75
■ L'entretien du sol .....	76
■ La fertilisation .....	80
■ L'irrigation .....	85
■ La maîtrise de la floraison .....	88
■ La taille .....	89
■ La protection phytosanitaire .....	90
<b>VIII. LA RÉCOLTE ET LA CONSERVATION</b>	
■ Généralités .....	105
■ Le stade de récolte et la maturation .....	106
■ La récolte .....	109
■ La manipulation des fruits .....	110
■ Le stockage des fruits .....	112
■ La mise en marché .....	113
■ Le conditionnement et la présentation .....	114
■ La composition et la valeur nutritive de la mangue .....	116
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	119



## Questionnaire d'enquête : Mise en marché

### Personne enquêtée :

- Sexe : H ☐ F ☐
- Classe d'âge :
  - < 20 ans ☐
  - 20 à 35 ans ☐
  - 35 à 55 ans ☐
  - > 55 ans ☐

### Achetez-vous de la mangue en GMS ?

- Pas du tout ☐
- Occasionnellement ☐
- Régulièrement ☐

### Quelles quantités ?

### Pour combien de personnes ?

### Etes-vous satisfait de la qualité de la mangue que vous trouvez dans les GMS ?

- Oui ☐
- Non ☐

### Est-ce un plus de trouver des mangues en barquettes ? Oui ☐ Non ☐

### Que pensez-vous de la taille de la barquette ?

- Trop grande ☐
- Trop petite ☐
- Juste bien ☐

### Que pensez-vous de l'emballage en bois ?

- Attractif ☐
- Moyen ☐
- Peu attractif ☐
- Préfère le vrac ☐

### Que pensez-vous du prix ?

- Satisfaisant ☐
- Elevé ☐

### Si ce produit était certifié par un label, serait-ce un plus ? Oui ☐ Non ☐

### Seriez-vous prêt(e) à payer un surcoût pour cette garantie ? Oui ☐ Non ☐